dibam

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS
ARCHIVOS Y MUSEOS

ANALES

DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

ISSN 0716-0178

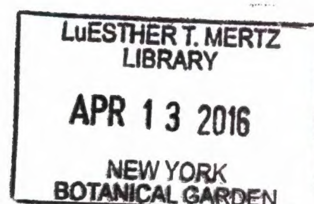
VALPARAÍSO . CHILE

Diseño/ andrea vivar m.

ISSN 0716-0178/An.Mus.Hist.Nat. Vol.28 2015/Valparaíso/CHILE

dibam
DIRECCIÓN, DE BIBLIOTECAS
ARCHIVOS Y MUSEOS

ANALES
DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO



ISSN 0716- 0178 / An. Mus. Hist. Nat. Vol. 28 2015/ Valparaíso/ CHILE

EDICIONES DE LA DIRECCIÓN
DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

Director de Bibliotecas, Archivos y Museos
Ángel Cabeza Monteira

Subdirección de Museos
Alan Trampe Torrejón

Director Museo de Historia Natural de Valparaíso
Loredana Rosso Elorriaga



Edición 500 Ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Condell 1546 Casilla 3208, correo 3 Valparaíso
Valparaíso – Chile
Revista Indexada en LATINDEX
Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas Seriadas

ANALES
DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

N° 28 2015

PRÓLOGO

Me alegra presentar el Volumen número 28 de nuestra publicación científica, **ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO**, creada en el año 1968, gracias a los esfuerzos de la Directora, doña Nina Ovalle Escobar, y de los señores Roberto Gajardo Tobar y Álvaro Valenzuela González, con el apoyo prestado por la Sociedad Científica de Valparaíso y de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Institución que hasta ahora apoya esta publicación.

La Revista ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO, se encuentra **actualizada en el ISSN (0716-0178) y LATINDEX (Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas Seriadas)** ,continuando con la temáticas de las Ciencias Naturales, Arqueología, Antropología y otras disciplinas del conocimiento del Medio Ambiente, permitiendo establecer un valioso intercambio con entidades nacionales e internacionales.

En esta edición, hacemos un homenaje especial a dos excepcionales científicos de la Región de Valparaíso, formados en la Universidad de Chile sede Valparaíso, como lo son el Doctor Sergio Zunino Tapia y el Doctor Jorge Redón Figueroa, los cuales han contribuido en estos 47 años de la revista, con sus valiosas publicaciones, permitiendo conocer sus investigaciones en Ecología y Botánica respectivamente. Es así que se han reeditados sus trabajos más emblemáticos para dar cuenta los desafíos que aún existen en el conocimiento de la fauna vertebrada como de la flora liquénica de Chile.

Loredana Rosso Elorriaga
Directora
Museo de Historia Natural de Valparaíso.

UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE HÁBITAT FLUVIAL, BOSQUE DE RIBERA Y MACRÓFITAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DEL ESTERO CATAPILCO, REGIÓN DE VALPARAÍSO.

Rodrigo Silva Haun * & Javier Arancibia Fortes **

RESUMEN: El Estero Catapilco está ubicado en Chile central. Su alimentación corresponde a un régimen 100% pluvial, desarrollándose flora mediterránea en su cauce (bosque esclerófilo e hidrófilo). La intervención antrópica ha modificado la vegetación ribereña, el caudal disponible y la calidad del agua.

Para caracterizar la calidad del recurso hídrico se estableció seis (6) estaciones a lo largo de la cuenca, aplicando en cada una de ellas el Índice de Hábitat Fluvial, Índice de Calidad Bosque de Ribera y el Índice de Macrófitas. Dichos resultados fueron correlacionados utilizando la metodología de Spearman (1904) con los análisis físicos y químicos realizados al agua.

El análisis de la calidad del agua del Estero Catapilco mostró que estas no se encontraban en la mejor condición. La correlación con muestreos físicos y químicos de las aguas, mostró marcadas diferencias entre ambas metodologías. Estas situación puede deberse a la baja diversidad de especies nativas y un número importante de especies introducidas, lo que incide directamente con los valores entregados por los índices. Asimismo se observó que los cambios en el uso de suelo, el aumento de plantaciones forestales, está influyendo en la cantidad del recurso hídrico disponible en la cuenca.

Palabras claves: índices biológicos, calidad de agua, IHF, QBR, IM, Catapilco.

ABSTRACT: The Catapilco River is located in central Chile. Their diet regime corresponds to a 100% rain, developing Mediterranean flora in its bed (esclerófilo and hydrophilic forest). Human intervention has modified riparian vegetation, the available flow and water quality.

To characterize the quality of water resources six (6) stations established along the watershed, applying each River Habitat Index, Index Bank and Forest Quality Index Macrophytes. These results were correlated using Spearman's methodology (1904) with the physical and chemical analyzes water.

Analysis of water quality of river Catapilco showed that these were not in the best condition. The correlation with physical and chemical water samples showed marked differences between the two methodologies. These may be due to the low diversity of native species and a large number of introduced species, which directly affects the values delivered by the indexes. It was also noted that changes in land use, increasing forest plantations, is influencing the amount of water resources available in the basin.

Keywords: biological indices, water quality, IHF, QBR, IM, Catapilco.

* Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales, Magíster en Gestión Ambiental, Universidad de Viña del Mar, rsilva@uvm.cl -ingesilvah@gmail.com
** Biólogo, Magíster en Educación Ambiental, Universidad de Valparaíso, javier.arancibia@uv.cl

INTRODUCCIÓN

Los cursos de agua han sido la cuna de las civilizaciones, dada la importancia del recurso hídrico para el desarrollo de las actividades humanas. Es por esto que todas la grandes civilizaciones se desarrollaron relacionados con cursos de agua (Nilo, Tigris, Éufrates, Tiber, Amarillo, entre otros). En Sudamérica, la situación no ha sido distinta, claramente la decisión de Pedro de Valdivia de fundar Santiago del Nuevo Extremo entre los ríos Mapocho y Maipo no fue al azar.

Siempre donde podemos hallar agua, se estará desarrollando la vida en sus múltiples manifestaciones. Los cursos de agua son las venas de la tierra que transportan este vital elemento. Asimismo estos constituyen un punto fundamental para conocer la diversidad biológica de un área.

Afonso & Coelho (2012) señalan que los principios de la gestión sostenible de los recursos hídricos se sustentan en principios como:

La función hidráulica, es generalmente la primera función reconocida por todos, permite separar excedentes que no infiltran o que no quedan retenidos en las áreas de influencia de las cuencas hidrográficas. No obstante, en esta función es necesario introducir el concepto de normal escorrentía de las aguas, relacionado intrínsecamente con la limitación física de los materiales y revestimientos que componen los lechos, taludes y márgenes de los cursos de agua. Así, la función hidráulica asociada a la normal escorrentía de las aguas es aquella que permite el drenaje de las aguas sin aparición de fenómenos de inestabilización o erosión generalizada o que ponga en cuestión la morfología y las vegetaciones originales y naturales de los sistemas de drenaje.

La función de ensanchamiento y encaje, intrínsecamente relacionada con la anterior, esta función se produce cuando los caudales exceden la capacidad hidráulica de los lechos, extravasando hacia los márgenes. Este fenómeno permite el almacenamiento temporal de importantes volúmenes de agua en tránsito y aliviar la capacidad hidráulica del lecho.

La función ecológica, los lechos, taludes y márgenes constituyen hábitats y corredores únicos para la preservación de la biodiversidad y del equilibrio ecológico del territorio. En la planificación y gestión ambiental, es reconocida la enorme importancia ambiental de los corredores ribereños.

La función reguladora de la temperatura y la luz, la vegetación existente en los taludes y márgenes permite la regulación de la temperatura y condiciona la cantidad de luz que incide sobre las masas de agua. Existe una relación directa entre la calidad de las masas de agua y los factores abióticos, temperatura y luz; por ejemplo, el oxígeno disuelto disminuye con el aumento de la temperatura, lo que propicia el inicio de procesos biológicos complejos que culminan generalmente con la muerte de peces, invertebrados y un mal estado ecológico de los medios acuáticos.

La función de depuración de las aguas, el fenómeno de bioretención de nutrientes y contaminantes aportado por los cursos de agua sucede cuando las aguas discurren por medios más o menos naturalizados, con bajas velocidades de escorrentía y abundante vegetación en los lechos. Esta función salvaguarda efectivamente los medios acuáticos de procesos de eutrofización.

Sánchez-Veliz & García-Núñez (1999) señalan "Muchos autores indican que los análisis químicos solo son una "fotográfica instantánea", y los efectos de los contaminantes se detectan si son dispuestos en el momento. Es decir, los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución (disolución) de una carga contaminante y la capacidad resiliente y amortiguadora de los

ecosistemas acuáticos. Como una alternativa a estos procedimientos, desde hace varios años muchos países han generado conocimientos y desarrollado técnicas de biomonitoreo basadas en indicadores biológicos, a través de la evaluación de reacciones e índices de sensibilidad de organismos vivos ante la presencia de substancias contaminantes en las corrientes de agua".

La presente investigación busca determinar la calidad ambiental del recurso hídrico del Estero Catapilco a través de la aplicación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF), Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) y el Índice de Macrófitas (IM). Los resultados de los Índices fueron correlacionados a través de la metodología de Spearman (1904), con los análisis físicos y químicos realizados.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la calidad del recurso hídrico del curso del Estero Catapilco, utilizando el Índice de Hábitat fluvial, Índice Bosque de Ribera e Índice de Macrófitos.

Objetivos Específicos

- Caracterizar las especies de Macrófitas y vegetación de ribera del curso del Estero Catapilco.
- Aplicar los Índices de Hábitat fluvial, Bosque de Ribera y de Macrófitos en el curso del Estero Catapilco.
- Correlacionar los resultados de la aplicación de los índices con los resultados del análisis físico y químico de las aguas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

El estudio fue realizado en el curso del Estero Catapilco, entre los meses de abril a octubre del año 2013, las estaciones fueron definidas luego de recorrer el curso identificando las áreas más representativas de esta. Se establecieron un total de 6 estaciones, separadas por su ubicación geográfica dentro de la cuenca. Esta clasificación fue Parte Alta, Parte Media, Parte Baja/Desembocadura.

Cada estación de muestreo fue seleccionada en base a los siguientes criterios: Primero, se identificaron estaciones de muestreo (sectores de toma de muestras), que fueran representativos de la diversidad de hábitats existentes en el lugar y de los posibles impactos humanos que estén relacionados con las actividades y/o usos existentes que se desarrollen en el estero de Catapilco y en zonas vecinas. Para este primer punto fue necesario revisar fotos aéreas del estero y realizar un terreno prospectivo, el que tenía por fin conocer y establecer los mejores sitios para la toma de muestras. Durante esta etapa, los primeros hallazgos efectuados en el mes de mayo fueron que el estero permanecía seco en la mayor parte de su tramo.

Segundo, una vez identificadas las estaciones de muestreo se codificó y ubicó su posición tomando las coordenadas geográficas con un GPS Garmin Etrex 3.

Tercero, la superficie a muestrear se definió en función de los registros visuales de las crecidas del estero, estableciéndose en promedio una franja de 10 metros de ancho en cada ribera.

Según sus características hidrológicas podemos dividir el curso principal del estero Catapilco, en tres secciones.

1. Área alta, que se caracteriza por un cauce poco profundo con sustrato de rocas, piedras y grava, el cual se encuentra altamente intervenido por la acción humana, principalmente la extracción de agua para consumo y actividades agrícolas.

2. Área media que presenta cauces profundos con sustrato de piedras y grava. En esta zona también la acción humana ha tenido un papel preponderante en la modificación de la estructura natural del estero.

3. Área de desembocadura, con un cauce amplio y profundo con una influencia marina.

La localización (coordenadas UTM) de las estaciones se indica en la Tabla 1 y su distribución geográfica en la cuenca se observan en la Figura 1.

Tabla N° 1: Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo.

		Coordenadas(UTM)	
Estaciones	**Nivel**	**E (19H)**	**S**
Estación 1	Parte Alta	289185.00 m E	6394971.00 m S
Estación 2	Parte Alta	288331.00 m E	6395343.00 m S
Estación 3	Parte Media	286045.00 m E	6394861.00 m S
Estación 4	Parte Media	281266.00 m E	6392858.00 m S
Estación 5	Parte Baja	273562.72 m E	6387571.18 m S
Estación 6	Parte Baja	272247.00 m E	6386923.00 m S



Figura 1: Estaciones de Muestreos.

MÉTODOS

Muestreo Flora Vascular y Macrófitas no Vasculares

El inventario de la flora se realizó mediante observación directa, con material fotográfico apoyado por material bibliográfico y digital. Las especies se ordenaron considerando Clase, Familia, Nombre Científico y Vernáculo, considerando información taxonómica y el origen de cada una de las especies (según Marticorena & Quezada 1985, Matthei, 1995), el Estado de Conservación (IUCN, 1994, Benoit, 1989). Para determinar Riqueza, se utilizará la Riqueza simple (S), que corresponde al número total de especies encontradas en todo el sitio de estudio.

Para determinar las categorías de conservación a nivel regional (IUCN, 1994. Consideradas por CONAMA 2005, Benoit, 1989, Squeo *et al.*, 2001).

A. Extinta (EX): Se considerará extinta, cuando no se han encontrado individuos mediante búsqueda con métodos y en tiempo adecuados.

B. En Peligro (EP): Cuando presenta una probabilidad de extinción en el estado silvestre en un futuro inmediato o cercano.

C. Vulnerable (VU): Cuando manifiesta un retroceso numérico que pueda conducirlo al peligro de extinción en el estado silvestre al mediano plazo.

D. Fuera de Peligro (FP): Cuando existe evidencia de que la especie no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano.

E. Insuficientemente Conocida (IC): Cuando no existe información suficiente que permita categorizarla.

F. Rara (R): Especies cuyas poblaciones son escasas y que enfrentan riesgos.

G. No Evaluada (NE): Cuando no ha sido sometida a la evaluación.

Para determinar el origen de las especies vegetales

Endémico (E): Se dice de la planta que se considera oriunda en el país en que vive. Se dice de la especie que tiene su distribución restringida a una región geográfica limitada.

Nativa (N): Se dice a la planta que pertenece al país donde ha nacido y se distribuye en una zona más o menos extensa. Así una planta puede ser nativa, pero no endémica.

Adventicia (A): Planta introducida en una región que tiene su centro de origen en otro lugar distante.

Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

El índice de hábitat fluvial pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Smith & Smith, 2000).

La heterogeneidad del hábitat fluvial se considera actualmente como uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies de invertebrados acuáticos (Voelz & McArthur, 2000). Bajo esta premisa se han desarrollado técnicas y métodos de muestreo en ríos para evaluar la calidad biológica en función de los macroinvertebrados, y en los cuales se contempla el muestreo de todos los hábitats fluviales existentes para obtener listados exhaustivos de las especies presentes (Wright et al. 1984; Davies, 1994; Barbour *et al.*, 1999).

El IHF, evalúa los siguientes parámetros: Inclusión de rápidos/pozas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad/profundidad, porcentaje de sombra del cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática, entregando rangos que van desde Óptima a Mala calidad, como se puede ver en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Rangos de calidad según Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

Interpretación	**Puntuación**	**Color**
Óptima	70 – 100	
Regular	40 – 60	
Mala	0 -30	

Fuente: Pardo et al. 2002.

Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

La importancia de las riberas radica en su elevada riqueza y diversidad florística y faunística, inciden directamente sobre la calidad ambiental del ecosistema acuático que rodea, constituyen la entrada de nutrientes y materiales orgánicos externos y participan en la retención y atenuación de los efectos destructores de las avenidas de agua.

La calidad del bosque de ribera es un elemento clave para la calificación del estado ecológico (Suárez et al. 2004).

El índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) propuesto por Munné et al. (2003) ha sido muy utilizado para evaluar la calidad ambiental de las riberas, por su aplicación rápida y sencilla, bajo costo y permite integrar aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y la zona inundable.

Para el QBR se han establecido 5 clases de calidad (ver Tabla N° 3), según lo recomendado por la Directiva Marco del Agua.

Tabla N° 3: Rangos de calidad según Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).

Interpretación	Puntuación	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	> 95	
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	
Alteración fuerte, mala calidad	30-50	
Degradación extrema, calidad pésima	< 25	

Fuente: Suárez et al. 2004.

Índice de Macrófitas (IM)

Las Macrófitas como bioindicadoras de la calidad de aguas continentales han sido muy utilizados pues constituyen un grupo fácilmente identificables, tienen amplio rango de distribución, representan algo más del 1% del total de la flora vascular y poseen un alto grado de especialización y simpleza corporal.

Suárez et al. (2005) describe el desarrollo de un Índice de Macrófitas (IM), aplicado en la cuenca del Segura. En Chile ha sido utilizado en la cuenca del Aconcagua (Muñoz & Silva, 2010) y presenta las siguientes características:

- Evalúa calidad de agua con respecto al contenido de nutrientes.
- Puede ser calculado fácilmente en el campo.
- No requiere una alta especialización taxonómica.
- Considera principalmente a los hidrófitos, pero incluyen a los helófitos en fase juvenil subacuática.
- Índice aditivo que considera el valor indicador de los taxa, y que recoge información semicuantitativa de la cobertura de cada grupo.

Para el IM se han establecido 5 clases de calidad (ver Tabla 4), según lo recomendado por la Directiva Marco del Agua.

Tabla N° 4: Rangos de calidad para aguas según Índice de Macrófitas (IM).

Clases de Calidad	Nivel de calidad	Valor IM	Color
I	Muy Buena	>30	
II	Buena	21-30	
III	Aceptable	13-20	
IV	Mala	5-12	
V	Muy Mala	<5	

Fuente: Suárez et al. 2005.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Flora vascular y macrófitas no vasculares

La riqueza total de especies de plantas vasculares y macrófitas no vasculares para el área de estudio es de 122 especies, las que pertenecen a cinco divisiones Cyanophyta, Chlorophyta, Briophyta, Pteridophyta y Spermatophyta con un 2,5%, 3,3%, 1,6%, 4,1 y 88,5 % respectivamente. La clase mejor representada es la Magnoliopsida (Dicotyledoneae) con 42 familias y 90 especies, siendo la familia Asteraceae la más diversa con 16 especies, seguida de Papilonaceae 5 especies. Dentro de la clase Liliopsida (Monocotyledoneae) con 10 familias y 16 especies, la más representada es la familia Poaceae con 6 especies.

Tabla N° 5: Información taxonómica de las especies vegetales.

División	Familia		Especies	
	N°	%	N°	%
Cyanophyta	2	3,1	3	2,5
Chlorophyta	2	3,1	4	3,3
Briophyta	2	3,1	2	1,6
Pteridophyta	4	6,3	5	4,1
Spermatophyta	54	84,4	108	88,5
Total	64	100	122	100

Como se aprecia en la Tabla N° 6, se identificaron 11 formas de vida con un predominio importante de las formas herbáceas (Hemicriptófitos, Terófitos, Hidrófitos, Helófitos y Geófitos) alcanzan el 53,9 % de las especies. En el estrato leñoso dominan los de baja estatura, arbustos y subarbustos (Nanofanerófitos y caméfitos) con un 20,4 %, mientras que los leñosos altos, árboles (Meso y microfanerófitos) alcanzan un 16,4 %. Se consideran también en el estudio formas de vida como los Talófitos, en general macrófitas no vasculares con un 7,3 % y los Parásitos que sólo tienen un 1,6 % de representatividad.

Tabla N° 6: Formas de vida de las especies.

Formas de Vida (F.V.)	N°	%
Mesofanerófitos (Me)	10	8,2
Microfanerófitos (Mi)	10	8,2
Nanofanerófitos (Na)	23	18,8
Caméfitos (Ca)	2	1,6
Hemicriptófitos (He)	38	31,1
Geófitos (Ge)	2	1,6
Helófitos (Hel)	4	3,2
Terófitos (Te)	17	13,9
Hidrófitos (Hi)	5	4,1
Parásitos (Pa)	2	1,6
Talófitos (Ta)	9	7,3

La Figura 2 muestra un equilibrio entre las formas arbóreas, arbustivas y herbáceas, sin embargo tomando en cuenta la estructura y altura, así como la dominancia de las especies, el estrato herbáceo y arbustivo son fuertes dejando relegado el estrato arbóreo, que se halla representado en escasos sectores en la parte alta y media de la cuenca y se entremezcla en todo el curso del estero con especies alóctonas asilvestradas así como de plantaciones de Pino o Eucalipto.

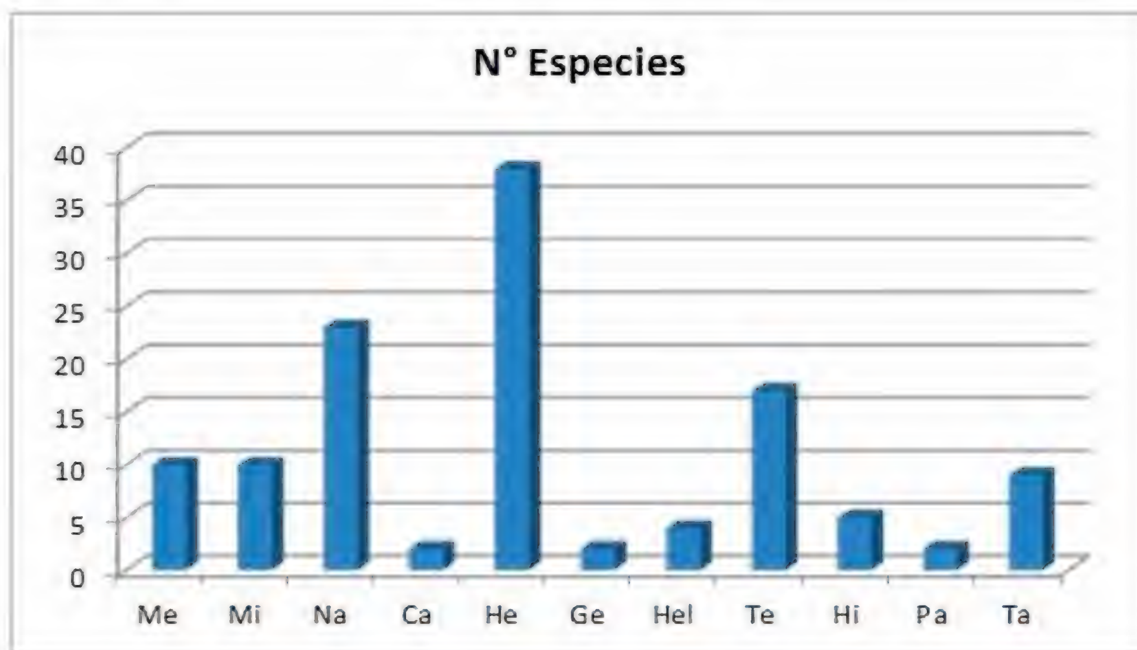


Figura 2: Gráfico del número de especies por forma de vida.

Relevante es el carácter cosmopolita que tienen las especies macrófitas, es decir, plantas acuáticas (Hidrófitos), palustre (Helófitos) y algunos arbustos asociados al agua ya que por fenómenos dispersivos en el agua o por el hombre en sus actividades de pesca han sido profusamente diseminados en muchos cuerpos de agua de la región y del país.

Tabla N° 7: Lista de Macrófitas Vasculares presentes en el estero Catapilco.

Macrófitas Vasculares				
Natantes		Origen	F. V.	E. C.
Hydrocotile bonaeriensis	Sombrerito de agua	N	Hi	FP
Flotantes				
Azolla filiculoides	Hierba del pato	N	Hi	FP
Emergidas				
Equisetum bogotense	Hierba del platero	N	Hel	FP
Cotula coronopifolia	Botón de Oro	A	Hel	NE
Tessaria absinthioides	Brea	N	Na	FP
Nasturtium officinale	Berro	A	Hi	NE
Sarcocornia fruticosa	Hierba sosa	N	Hel	NE
Mentha pulegium	Poleo	A	He	NE
Lythrum hyssopifolium		A	Hel	NA
Ludwigia peplioides	Pepinillo de agua	N	Hi	FP
Galega officinalis	Galega	A	Ge	NE
Otholobium glandulosum	Culén	N	Mi	FP
Polygonum persicaria	Duraznillo de agua	A	Hel	NE
Rumex crispus	Romaza	N	Te	PH
Rubus ulmifolius	Zarzamora	A	Na	NE
Salix babylonica	Saúce llorón	A	Mi	NE
Veronica anagallis-aquatica	No me olvides del campo	A	Hel	NE
Cyperus eragrostis	Cortadera	N	Hel	FP
Scirpuss sp	Trome	N	Hel	FP
Juncus buffonis	Junquillo	N	Hel	NE
Cortadera radiuscula	Cola de zorro	N	Hel	FP
Distichlis spicata	Pasto salado	N	Hel	NE
Typha angustifolia	Totora	A	Hel	NE
Sumergidas				
Callitriche palustris	Estrellita de agua	A	Hi	Na
Potamogeton berteranus	Huiro	N	Hi	FP

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia.

Forma de vida Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas.Estados de Conservación EP: En Peligro, V: Vulnerable, IC: Insuficientemente Conocida, R: Rara, FP: Fuera de Peligro, NE: No Evaluada, NA: No aplica.

Tabla N° 8: Lista de Macrófitas No Vasculares presentes en el estero Catapilco.

Macrófitas No Vasculares				
Algas Verde Azuladas (Cyanophyta)		Origen	F. V.	E. C.
Nostoc spp		A	Ta	NA
Lyngbia spp		A	Ta	NA
Oscillatoria spp		A	Ta	NA
Algas Verdes (Chlorophyta)				
Cladophora perpusilla	Lama	N	Ta	
Ulotrix spp		A	Ta	NA
Ulva lactuca	Lechuga de mar	N	Ta	
Chara spp		N	Ta	
Musgos Y Hepáticas (Bryophyta)				
Sphagnum spp	Musgo	N	Ta	
Marchantia spp	Hepática	N	Ta	

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia.

Forma de vida Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas. Estados de Conservación EP: En Peligro, V: Vulnerable, IC: Insuficientemente Conocida, R: Rara, FP: Fuera de Peligro, NE: No Evaluada, NA: No aplica.

Se reconocieron 26 especies de macrófitas vasculares, donde dominan las formas de crecimiento Emergidas con 21 especies. Le siguen las formas de crecimiento Flotantes y Sumergidas con 2 especies cada una y por ultimo Natante con sólo una especie. Por otro lado se reconocieron 9 especies de macrófitas no vasculares, 2 especies del Reino Mónera, 4 especies del Reino Protista y 2 especies del Reino Vegetal.

Tabla N° 9: Grupos de Macrófitas y su forma de crecimiento.

Grupos de Macrófitas	**N°**	**%**
No vasculares	9	25,7
Emergidas	21	60
Flotantes	2	5,7
Sumergidas	2	5,7
Natantes	1	2,9

Los resultados del número de familia son similares a los obtenidos por Arancibia (no publicado) en el estudio del estero Viña del Mar y San Martín et al. (2001), sin embargo el número de especies es considerablemente menor (35 v/s 80). Esta diferencia pude deberse a la metodología de muestreo, dado que los estudios tenían objetivos distintos.

Índices IHF, QBR e IM

Las tablas N° 10, 11 y 12, muestran la puntuación obtenida para cada estación de muestreo, después de la aplicación de los índices.

Tabla N° 10: Resultados de la aplicación de índice IHF.

Evaluación Hábitat Fluvial – IHF	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**
	PARTE ALTA		**PARTE MEDIA**		**PARTE BAJA**	
1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas	0	10	0	10	10	5
2. Frecuencia de rápidos	6	2	2	2	2	0
3. Composición del sustrato	11	9	0	14	9	11
4. Régimen de velocidad / profundidad	4	4	4	0	4	4
5. Porcentaje de sombra	10	3	5	10	10	4
6. Elementos heterogeneidad	4	4	2	6	4	4
7. Cobertura de vegetación acuática	20	15	15	15	5	5
Total	55	47	28	57	44	33

Tabla N° 11: Resultados de la aplicación de índice QBR.

Calidad Bosque Ribera - QBR	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**
	PARTE ALTA		**PARTE MEDIA**		**PARTE BAJA**	
QBR1 - Grado Cubierta zona ribera	25	0	5	20	20	5
QBR2 - Estructura de vegetación zona ribera	20	10	10	15	10	10
QBR3 - Calidad de la cubierta	26	24	-6	-6	-6	-6
QBR4- Grado de naturalidad del canal fluvial	20	5	10	10	5	5
Total	91	39	19	39	29	14

Tabla N° 12: Resultados de la aplicación de índice IM.

Índice de Macrófitos - IM	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**
	PARTE ALTA		**PARTE MEDIA**		**PARTE BAJA**	
Grupo I	10	9	0	9	0	0
Grupo II	19	6	6	13	9	6
Grupo III	10	3	9	6	3	3
Grupo IV	0	2	1	0	2	3
Total	39	20	16	28	14	12

Tabla N° 13: Resultados de los Índices IHF, QBR e IM para las estaciones de muestreo del estero Catapilco.

Estaciones	IHF	QBR	IM
E1	Regular	Buena	Muy buena
E2	Regular	Mala	Aceptable
E3	Mala	Pésima	Aceptable
E4	Regular	Mala	Buena
E5	Regular	Mala	Aceptable
E6	Mala	Pésima	Mala

De la Figura 3, se puede observar que todos los índices siguen la misma tendencia, generándose un descenso de la calidad desde la estación 1 a la 3. Luego un aumento en la estación 4, para disminuir nuevamente hacia la estación 6. Ante esto podemos observar dos tramos, el primero con una pendiente mayor y el segundo con una pendiente menor.

La inflexión ocurrida en la Estación 4 se debe al hecho de encontrarse en un área rural lejos de la localidad de Catapilco, lo que reduce la acción antrópica sobre el estero. Por otro lado la estación 2 y 3 están dentro del área semiurbana de Catapilco, lo que se ve reflejado en la baja en los valores de los índices. Similar situación observamos en la estación 6 que corresponde al sector de la Laguna de Zapallar, la cual está altamente antropizada por la infraestructura y edificaciones allí presentes.

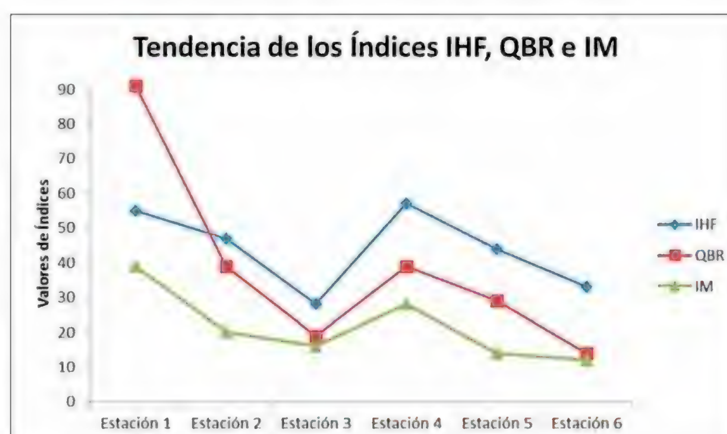


Figura 3: Tendencia de los resultados de los Índices IHF, QBR e IM.

Los mapas de calidad de las Figuras Nº 4, 5 y 6 basados en los resultados obtenidos con la aplicación de los índices IHF, QBR e IM (ver Tabla 13) muestran que el Índice de Hábitat Fluvial entrega valores de calidad regular a mala. El índice QBR va desde buena (estación E1) a pésima calidad (estaciones E3 y E6). Para el caso del IM, la calidad va desde muy buena (estación E1) a mala (estación E6).

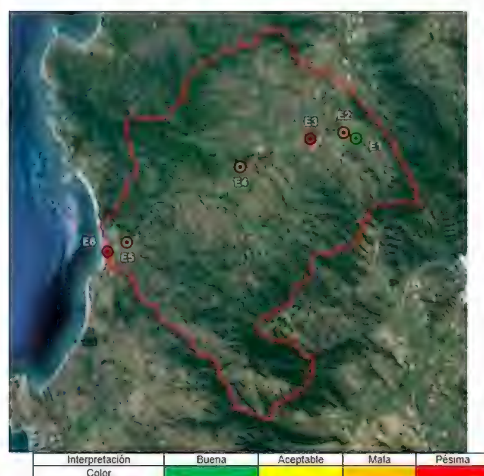


Figura N° 4: Mapa Índice de Hábitat Fluvial del Estero de Catapilco.



Figura N° 5 y 6: Mapa calidad del Bosque de Ribera del Estero de Catapilco. Mapa calidad de aguas del Estero de Catapilco según el Índice de Macrófitas.

Resultados análisis físicos y químicos

A continuación se transcriben los resultados de los muestreos físicos y químicos de la calidad de agua, los cuales se utilizarán como valores referenciales de comparación.

En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos para la concentración de metales en µg L^{-1}, los que se comparan con los valores del máximo permitido de elementos químicos en agua de riego según norma Chilena Oficial NCh1333of.78. No se dispone de la estación 3, ya que al momento de muestreo el lugar no presentaba agua corriente.

Las concentraciones obtenidas para todos los metales analizados en las aguas muestreadas, fueron menores a las concentraciones máximas permitidas para elementos químicos en agua para riego según esta norma. Para Fe y Mn de la estación 4 dieron valores altos con respecto a las otras estaciones. En general los niveles de metales corresponden a clases de agua excepcional y clase 1 según la guía CONAMA para la Norma de Calidad de Agua Secundaria (2004).

En cuanto a los nutrientes, se observa una importante variación entre las estaciones de muestreo, similar comportamiento se observa en el parámetro dureza y alcalinidad. Los datos sugieren influencia de las actividades antrópicas en el curso del Estero Catapilco.

Tabla N° 14: Concentraciones de metales (µg L^{-1}) en las estaciones de muestreo y cotejo con la norma para riego según la norma NCh1.333(µg L^{-1}).

Datos segunda campaña de terreno.

Estación	As	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
E1	0,74 ± 0,06	< LC	3,5 ± 0,3	3,86 ± 0,02	3,83 ± 0,02	2,5 ± 0,2	2,36 ± 0,06	4,0 ± 0,5	13,0 ± 0,1	7 ± 1
E2	0,29 ± 0,04	< LC	3,9 ± 0,1	3,7 ± 0,4	3,6 ± 0,2	2,2 ± 0,1	11 ± 1	4,1 ± 0,01	12 ± 1	11 ± 1
E4	0,50 ± 0,01	4 ± 1	3,7 ± 0,1	4,1 ± 0,2	6 ± 1	571 ± 2	256 ± 1	5,0 ± 0,6	12,4 ± 0,2	39 ± 2
E5	0,27 ± 0,01	< LC	3,9 ± 0,1	3,6 ± 0,2	4,2 ± 0,1	10 ± 2	76,5 ± 0,4	3,0 ± 0,7	12 ± 1	26 ± 1
E6	2,6 ± 0,5	< LC	4,6 ± 0,1	3,9 ± 0,2	5,6 ± 0,6	8 ± 1	8,4 ± 0,1	< LC	13,4 ± 0,6	20 ± 1
Concentraciones máximas en agua de riego según NCh 1333	100	5000	10	100	200	5000	200	200	5000	2000

Tabla N° 15: Parámetros químicos en las Estaciones de muestreo.

Estación	Dureza (mg $CaCO_3$/L)	Alcalinidad (mg $CaCO_3$/L)	Nitratos (mg NO_3^-/L)*	Sulfatos (mg/L SO_4^{-2})	DQO (mg/L O_2)
E1	231 ± 4	182,2 ± 0,8 (0,4)	0,39 ± 0 (0)	25,4 ± 0,1 (0,4)	10,8 ± 0,3 (3)
E2	248 ± 1	167,3 ± 0,8 (0,5)	0,373 ± 0,003 (0,7)	42 ± 4 (9)	6,0 ± 0,8 (12)
E4	482 ± 5	52,4 ± 0,4 (0,8)	0,918 ± 0 (0)	498 ± 36 (7)	93 ± 7 (7)
E5	599 ± 1	94 ± 0 (0)	0,311 ± 0,003 (0,9)	325 ± 6 (2)	8,9 ± 0,1 (2)
E6	3154 ± 27	131,5 ± 0,4 (0,3)	0,64 ± 0,02 (3)	1248 ± 13 (1)	62 ± 2 (4)

Tabla N°16: Caracterización de parámetros físicos y químicos medidos *in situ* en las estaciones de muestreo durante la segunda campaña de terreno.

Estación	°C	pH	OD %	OD ppm	µS/cm	TDS ppm	Salinidad
E1	13,8	8,09	20,7	2,12	981	491	0,49
E2	19,65	7,49	28,4	2,57	830	415	0,41
E4	23,95	7,86	44,9	3,78	1242	621	0,62
E5	18,99	7,88	30,9	2,88	1961	980	1,00
E6	19,89	9,04	35,8	3,00	25470	12740	15,59

Correlación de índices IHF – QBR – IM y Análisis físico y químico

Luego de aplicar la normalización propuesta para comparar los resultados de los índices IHF, QBR e IM con los resultados físicos y químicos se puede observar que existe un grado de relación entre los índices y los análisis.

Tabla N° 17: Correlación de Spearman de los Índices IHF, QBR e IM.

Índices	N	Correlación
IHF-QBR	6	0,8
IHF-IM	6	0,8
QBR-IM	6	0,9

De estos resultados se puede observar que existe una correlación muy estrecha entre todos los índices, lo que coincide con los señalado por Suarez *et al.* (2005) y Muñoz & Silva (2010).

Al aplicar la correlación de Spearman a los Índices y los resultados físicos y químico de aquellos parámetros más relevantes para determinar la calidad del agua de acuerdo con la NCh 1333 y la guía CONAMA para la Norma de Calidad de Agua Secundaria (2004), se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 18: Correlación de Spearman de los Índices IHF, QBR e IM con los parámetros físicos y químicos.

	Nitratos	DQO	OD ppm	Conductividad	TDS	pH	°C
IHF	0,4	0,3	0,0	-0,6	-0,6	-0,5	0,1
QBR	0,1	-0,1	-0,5	-0,8	-0,8	-0,3	-0,4
IM	0,2	0,1	-0,4	-0,7	-0,7	-0,3	-0,3

El parámetro de mayor similitud con todos los índices Bioecológicos corresponde a los nitratos, lo que está respondiendo a una lógica de disponibilidad de nutrientes, dado que los valores de nitrógeno no superan la norma, generando un efecto estimulante para la vegetación.

El parámetro con la menor correlación con los índices corresponde al de conductividad y sólidos totales disueltos.

El índice IHF es el que presenta mayor correlación con las muestras físicas y químicas, lo que está indicando una relación directa con dichos parámetros. Esto contradice de alguna manera lo observado por Suarez et al. (2005) y por Muñoz & Silva (2010), quienes observaron una relación inversamente proporcional. Esto puede deberse a la diferencia de las características, tamaño entre los cursos de agua y por sobre todo a las actividades que se desarrollan en las cuencas.

Los índices QBR e IM, presenta una menor correlación con los parámetros, lo que hace pensar que para ellos existe una relación inversamente proporcional con los resultados físicos y químicos.

La diferencia observada entre los índices nos está entregando una información relevante dado que indica claramente que IHF es más tolerante a la modificación del entorno y que los índices QBR e IM son más sensibles. Asimismo, cambios en QBR e IM indicaría una modificación inicial de las condiciones ambientales y que valores bajos de IHF reflejan una situación con mayores modificaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados del muestreo de macrófitas mostro un bajo número de especies, pero un adecuado número de géneros. Esto muestra una intervención antrópica en el curso del estero, la cual ha propiciado la disminución de la diversidad biológica.

Los análisis físicos y químicos de las aguas del Estero Catapilco demuestran que existe una alta variación de su calidad. Existen dos parámetros que se encuentran elevados en el Estación 4 en relación a las otras, pero no superan los límites permisibles.

Estos análisis muestran que el agua de la cuenca puede ser clasificada como buena y apta para diversos usos.

Los índices de Hábitat fluvial, Bosque de Ribera y de Macrófitos el curso del Estero, informan que la calidad del agua del Estero Catapilco es baja, lo que se refleja en los bajos valores de estos. Situación que se debe a la alteración del ecosistema ribereño que considera la disminución del número de especies y el ingreso de especies introducidas. Estas situaciones inciden directamente en el valor final de los índices, reflejando una disminución de la calidad ecológica del sector.

Al realizar estadísticamente la relación entre los análisis físicos y químicos con los índices ecológicos, se observa una baja correlación entre estos elementos. Este hecho demuestra la necesidad de ajustar estas metodologías ya que producen distorsiones como las observadas en este análisis. La existencia de vegetación ribereña no asegura la calidad de ella, dado que puede estar conformada por especies exóticas que si aportan a conservar la calidad del recurso hídrico, pero no aportan a la calidad del ecosistema. Asimismo, es necesario incorporar especies nativas a los listados de los índices con el fin de sintonizar sus resultados.

El curso del Estero Catapilco requiere de la implementación de un plan de mejoramiento de su calidad, sobre todo en las variables ecológicas. Para ello se propone gestionar la vegetación ribereña generando una franja riparia adecuada a las características del estero. Esta permitirá el correcto desarrollo de las comunidades vegetales, generar un hábitat y refugio a la fauna acuática y de ribera, controlar las temperaturas del agua y reducir la proliferación de algas dañinas.

El Estero Catapilco es un curso de agua en el cual se puede implementar múltiples acciones que permitirán mantener y mejorar la calidad y cantidad del recurso hídrico. Esto requiere de un plan maestro para la cuenca, con apoyo del sector público y privado, que asegure la consistencia y continuidad de las medidas. El sector público debe aportar la planificación y experiencias; el sector privado la continuidad en el tiempo. El financiamiento debería ser compartido, dados los beneficios para ambas partes. El sector privado en la mejora y plusvalía de sus terrenos, y el sector público en el aseguramiento de la calidad ambiental de la zona.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Valparaíso por el acceso a la información asociada con el proyecto FPA 5-I-010-2012 Evaluación del Estado Ecológico del Estero Catapilco y su Relación con los Usos de Suelo de la Cuenca.

REFERENCIAS

Afonso, M. y Coelho, P. 2012. Conservación y mantenimiento de cursos de agua. La perspectiva de la ARH Algarve. En: Restauración y Gestión Ecológica Fluvial. Un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas. Solsona: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya e ISA Press, pp. 94-102.

Barbour, M., Garritsen, G., Snyder, B. y Stribling, J. 1999. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish Second Edition. EPA 841–B4199002. Washington: U.S. Environmental Protection Agency. Disponible en https://hwbdocuments.env.nm.gov/Los%20Alamos%20National%20Labs/General/14195.pdf [Consulta: enero, 2013]

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 1989. Libro rojo de la Flora Terrestre de Chile. (Primera parte). Editor. Iván Benoit C. Santiago: Corporación Nacional Forestal, 158 pp.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2004. Guía para el desarrollo de normas para la protección de las aguas continentales superficiales. Santiago: CONAMA, Gobierno de Chile, 23 pp.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2005. Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad Biológica, región de Valparaíso, 225 pp.

Davies, P. 1994. National River Processes and Management Program Monitoring River Health Initiative. River Bioassessment Manual Version 1.0. Canberra: Department of Environment, Sport and Territories. Disponible en https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b50bd2da-ec74-4ff7-b46b-73339ab26a65/files/wa.pdf [Consulta: enero, 2013]

IUCN. 1994. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Versión 3.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 42 pp.

Marticorena, C. y Quezada, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-157.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Santiago: Alfabeta Impresores, 547 pp.

Munné. A., Solá, C y Prat, N.1998.QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del agua (175):20-37.

Muñoz, B. 2010. Evaluación del Estado Ecológico del Río Aconcagua (Chile: Central) a través del Índice de Macrófitas (IM) e Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR). Trabajo para Optar al Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Valparaíso: Universidad de Valparaíso, 93 pp.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1978. Norma Chilena Oficial Nº 1.333 of 87 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Santiago: Instituto Nacional de Normalización, 20 pp.

Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., et al. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Asociación Española de Limnología (21): 115- 133.

Sánchez, A. y García, R. 1999. Biomonitoreo de ríos en la gestión de cuencas; una aproximación introductoria. En: Memorias Simposio 4 Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas, IX Congreso Nacional de Irrigación. Culiacán: Asociación Nacional de Especialista en Irrigación, 63-71 pp.

San Martín, C., Ramírez, C., San Martín, J., et al. 2001. Flora y vegetación del estero Reñaca (V Región, Chile). Gayana Botánica 58 (1): 31-46.

Smith, R. y Smith, T. 2000. Elements of Ecology. San Francisco: Addison Wesley Longman, 567 pp.

Spearman, C. 1904. General intelligence objectively determined and measured. The American Journal of Psychology 15 (2): 201–293.

Squeo, F., Arancio, G. y Gutiérrez, J. 2001. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 372 pp.

Suárez, M., Vidal, M., Sanchéz, M., et al. 2004. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. Limnética 21 (3-4): 135-148.

Suárez, M., Mellado, A., Sánchez, M, et al. 2005. Propuesta de un índice de macrófitos para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. Limnética 24 (3-4): 305-318.

Universidad de Valparaíso. 2013. Proyecto FPA 5-I-010-2012 Evaluación del Estado Ecológico del Estero Catapilco y su Relación con los Usos de Suelo de la Cuenca. Valparaíso: Universidad de Valparaíso.

Voelz, N y Mcarthur, J. 2000. An exploration of factors influencing lotic species richness. Biodiversity and Conservation (9): 1543-1570.

Wright, J., Moss, D., Armitage, D. et al. 1984. A preliminary classification of running- water sites in Great Britain based on macroinvertebrate species and the prediction of community type using environmental data. Freshwater Biology (14): 221-256.

EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA LAGUNA SAUSALITO A TRAVÉS DE LAS COMUNIDADES DE MACRÓFITOS Y MACROINVERTEBRADOS

Jairo Valencia Muñoz*, Javier Arancibia Fortes**

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado ecológico de las aguas de la Laguna Sausalito a través de las comunidades de macrófitos y macroinvertebrados, utilizando para ello los índices de estado trófico basado en plantas indicadoras y ChBMWP. Además se midió temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, nitrógeno, fósforo y materia orgánica en sedimentos.

Se reconocieron 21 especies de macrófitas vasculares. La fauna de macroinvertebrados bentónicos de la laguna está representada por 13 familias. El estado trófico de la laguna, señalan la presencia de 3 especies indicadoras de aguas ricas en nitrógenos y 7 especies indicadoras de niveles intermedios de nitrógeno.

El índice ChBMWP, indica que la laguna se encuentra en una condición crítica de contaminación orgánica. Los parámetros físicos y químicos comparados con los valores de referencia de la NCh1333, indican que las aguas de la laguna están al límite para el desarrollo de la vida acuática. Los resultados de la clasificación general tipificadora del estatus trófico, indican que la laguna está en un proceso de eutroficación muy severo. Los resultados de los indicadores aplicados indican que la Laguna Sausalito se encuentra en un Estado Ecológico Deficiente.

Palabras claves: Estado ecológico, macroinvertebrados, macrófitas, Calidad del Agua.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the ecological status of the waters of the Sausalito lagoon through communities macrophytes and macroinvertebrates, using rates based on trophic status indicator plants and ChBMWP. Besides temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, total suspended solids, nitrogen, phosphorus and organic matter in sediments was measured.21 species of vascular macrophytes were recognized. Benthic macroinvertebrate fauna of the lake is represented by 13 families.The trophic status of the lake, indicate the presence of 3 indicator species of nitrogen-rich waters and 7 indicator species of intermediate levels of nitrogen.The ChBMWP index indicates that the lagoon is in a critical condition of organic pollution.The physical and chemical parameters compared with reference values NCh1333 indicate that the waters of the lagoon are the limit for the development of aquatic life.The results of the overall tipificadora trophic status, indicate that the lagoon is in a severe eutrophication process. The results of the applied indicators suggest that the Sausalito lagoon is a Poor ecological status.

KEYWORD: Ecological status, Macroinvertebrates, Macrophytes, Water Quality.

* Ingeniero Ambiental, Magíster en Gestión Ambiental, Instituto de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso. P. Lynch (s/n), Av. Playa Ancha, Valparaíso, Chile.

** Profesor de Biología y Ciencias, Magíster en Ed. Ambiental, Instituto de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso. P. Lynch (s/n), Av. Playa Ancha, Valparaíso, Chile.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en muchas áreas del planeta no se cumplen las pautas sostenibles para el desarrollo y uso de los recursos hídricos.

Entre las causas podemos considerar la progresiva demanda de territorio para el desarrollo de las actividades humanas lo que sumado a una escaza o nula planificación territorial van generando una presión sobre los sistemas hídricos que se manifiesta en una alta demanda del recurso, sobre explotación de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas, con sus graves consecuencias para los usuarios y los ecosistemas.

Estos son desafíos que demandan con urgencia estrategias que permitan resolver las numerosas tareas pendientes en cuanto a calidad de los sistemas hídricos.

En el caso de Chile, el sostenido crecimiento económico y el desarrollo social experimentado por el país a partir de la década del 90, ha generado que la gestión de los recursos hídricos, quede condicionada por dos temas principales: los requerimientos hídricos para fines ambientales y la contaminación de las aguas. Siendo los principales problemas necesarios a resolver: la contaminación por aguas servidas domésticas, contaminación por residuos industriales líquidos (riles) y finalmente la contaminación agrícola y difusa de las aguas subterráneas.

A nivel local, la ciudad de Viña del Mar posee un cuerpo de agua dentro de su radio urbano, la Laguna Sausalito. Además de su valor recreacional y deportivo, está dotada de una vegetación, tanto terrestre como acuática, que sustenta a numerosas especies de animales, sirviendo de refugio, alimento a diversas aves, anfibios, peces, insectos y otros grupos de animales.

Aunque en el pasado contribuyó activamente al esparcimiento e identidad de los habitantes de la ciudad, cayó en un proceso de creciente deterioro por acción del ser humano, producto del crecimiento urbano y progresivo poblamiento informal y mal planificado de las áreas circundantes, ocurridas especialmente dentro de los últimos 50 años, generando condiciones de entorno que han afectado el estado ecológico de la laguna.

Debido al mal uso que se le ha dado y la falta de planificación, este sistema lagunar pasó a ser un área degradada y con graves problemas ambientales.

Los principales problemas ambientales han sido causados por una importante entrada de nutrientes a la laguna, que han desarrollado un proceso de eutrofización del cuerpo acuático, afectando el estado ecológico de la laguna.

Por este motivo es necesario evaluar su estado ecológico, como elemento base para su gestión integral, y de esta manera recuperar la calidad de sus aguas para la conservación de la diversidad que sustenta, no sólo por su valor intrínseco, sino también por su servicio fundamental para el ser humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Laguna Sausalito. Laguna urbana que queda ubicada en la ciudad de Viña del Mar, en las coordenadas UTM 19H 263037 E y 6344420 S.

La Laguna Sausalito corresponde a un antiguo embalse construido perteneciente a la familia Vergara con el fin de satisfacer las necesidades de agua en las viñas del sector, debido a la escasez de ésta durante la época. Fue así que este embalse llamado “La Hacienda” en ese entonces, fue un gran aporte en la región, transformándose en símbolo de la ciudad.

Actualmente este lugar se encuentra en un franco deterioro, propiciado principalmente por la acción del hombre. El crecimiento urbano que ha sufrido la ciudad, sumado al desarrollo de un poblamiento informal y mal planificado de las áreas circundantes, ha generado condiciones negativas tanto en el espejo de agua como en su entorno que han afectado el estado ecológico de la laguna.

Para el análisis del estado ecológico de la Laguna Sausalito, se establecieron 4 estaciones de muestreo (Figura 1). De esta manera se obtuvo una visión general, tanto de los parámetros físicos y químicos como la distribución de los grupos de macrófitos y macroinvertebrados presentes.

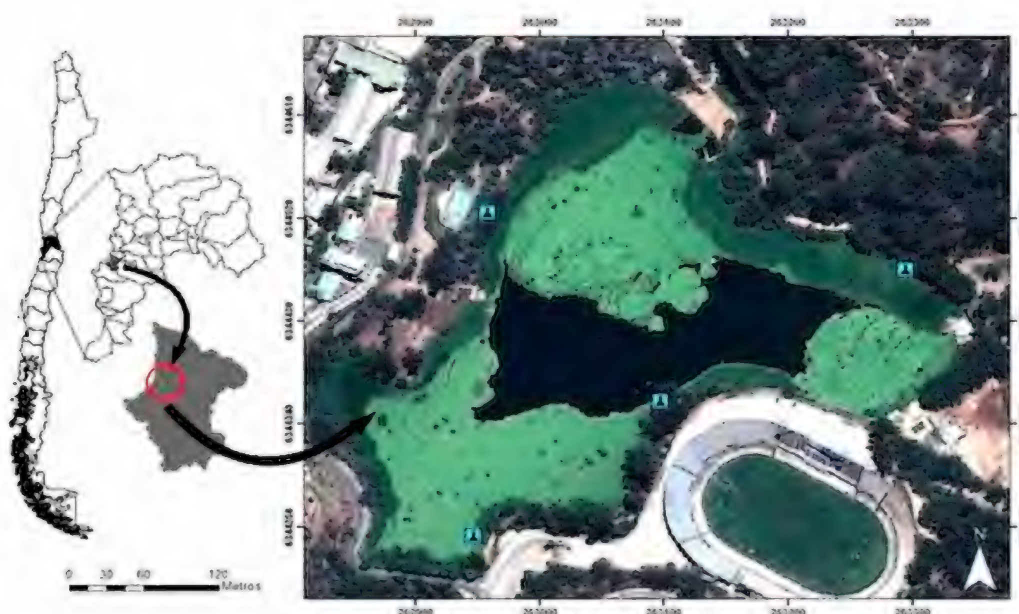


Figura 1: Estaciones de muestreo en Laguna Sausalito.

Determinación de los parámetros físicos y químicos del cuerpo de agua

En cada estación e in situ, se realizaron muestreos de los siguientes parámetros físicos y químicos del agua: Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad y Sólidos suspendidos utilizando un Multiparámetro Hanna Modelo HI 9829.

Los valores obtenidos de las variables físicas y químicas, se compararon con los rangos que establece la Norma NCh1333.Of87 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

Materia Orgánica en Sedimentos

Se utilizó el método de pérdida por ignición a 550°C (Dean, 1974).

Medida del grado de eutrofización de la laguna

Para conocer el nivel de eutrofización de la laguna se determinó el contenido de fósforo y de nitrógeno en la columna de agua, a través del fotómetro Multiparamétrico Hanna modelo HI 83209-02.

Los resultados fueron comparados con los valores que se muestran en la Tabla 1, que indica la clasificación general tipificadora del estatus trófico o productivos de lagos y lagunas (APHA, 1981).

Tabla 1: Clasificación general tipificadora del estatus trófico o productivos de lagos y lagunas (APHA, 1981).

	Fósforo Total (µg/L)	**Nitrógeno (NO_3-N) (µg/L)**	**Calidad del agua para**			
			Beber	**Bañarse**	**Pescar**	**Deportes acuáticos**
Oligotrófico	1-10	1-50	B - MB	MB	B	MB
Mesotrófico	11-30	60-200	R - M	B	MB	MB
Eutrófico	>30	200	MM	R-M	R-M	R

Fuente: Soto y Campos, 1996.

Clasificación de la calidad del agua: MB=Muy Bueno; B=Bueno; R=Regular; M=Malo; MM=Muy Malo.

Macrófitos

Para la prospección de la vegetación de la laguna, se ubicaron 4 transectas lineales de 10 m cada una (desde la línea de costa 5 m hacia el cuerpo de agua y 5 m hacia fuera). Sobre cada transecta se censaron cuatro cuadrantes de 4 x 4 m de superficie. La recolección de la flora hidrófila se realizó directamente.

Macroinvertebrados

Para el muestreo se utilizó el muestreo con red tipo D. En cada estación de muestreo se realizaron tres esfuerzos de captura, en varios puntos representativos de la variedad de hábitats del litoral de la laguna (piedras, gravas y arenas, vegetación acuática, etc.), obteniéndose de esta forma una muestra integrada del litoral.

Las muestras colectadas fueron almacenadas en bolsas plásticas, etiquetadas con los siguientes datos: nombre del muestreador, código de la estación de muestreo, localidad y fecha. Luego se fijaron con alcohol al 70% y glicerina para evitar la fractura de la fauna durante el proceso de identificación. Posteriormente se llevaron al Laboratorio de Ecología y Biodiversidad, de la Universidad de Valparaíso, para ser examinadas bajo lupa estereoscópica Stemi DV4, separando e identificando la totalidad de los organismos.

Estado Trófico Basado en Plantas Indicadoras

Para estimar una eventual contaminación por nitrógeno de este cuerpo acuático, se aplicó el criterio de presencia-ausencia y número de especies indicadoras, de acuerdo a las listas de especies señaladas en Ellenberg (1974), Klinka et al. (1989), Ramírez et al. (1991) y Ellenberg et al. (1992). El valor indicador de cada especie para el factor nitrógeno se determinó según la escala de Ellenberg (1974); X=indiferencia respecto al factor; 1=de sustratos muy pobres en nitrógeno; 2=entre 1 y 3; 3=preferencia por suelos pobres en N; 4=entre 3 y 5; 5=en sustratos con niveles intermedios de N; 6=entre 5 y 7; 7=en sustratos ricos en N; 8=entre 7 y 9; 9=indicadoras de eutrofización).

Índice ChBMWP

Para determinar las calidad de las aguas a través de las comunidades de macroinvertebrados, se utilizó el Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP) y su variante para los cuerpos de agua mediterráneos de Chile ChBMWP (modificado de Alba-Tercedor, 1996). El Índice biótico ChBMWP, es una variante del índice IBMWP (1988), y elimina aquellas familias que no se encuentran en Chile, así como incorporando otras asignando puntajes de tolerancia de acuerdo a datos de Bode (1988), Hilsenhoff (1988), Lennat (1993), Roldán (1999), Prat et al. (2000), Tiller & Metzelling (2002), Chessman (2003), Figueroa et al. (2003) y Roldán (2003). Los valores de este índice se expresan en 5 clases de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica como lo indica la Tabla 2.

Tabla 2: Rangos de calidad para aguas según índice ChBMWP (modificado de Alba-Tercedor, 1996).

Clase	Calidad	ChBMWP	Significado
1a	Muy Buena	150	Aguas muy limpias no contaminadas o poco alteradas
1b		101-120	
2	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
3	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
4	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
5	Muy crítica	≤ 15	Aguas fuertemente contaminadas

Determinar el estado ecológico de la laguna a través de los resultados de las distintas variables estudiadas

Con los resultados de los análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas de la laguna, más los resultados de los índices aplicados a las macrófitas y macroinvertebrados, se estableció el Estado Ecológico de la laguna. Además, se realizó una Correlación de Pearson, para poder identificar algún grado de asociación entre el índice biótico seleccionado y los parámetros físicos y químicos del agua.

RESULTADOS

Según los valores de los parámetros físicos y químicos obtenidos en terreno y comparados con los valores de referencia de la NCh1333.Of78, las aguas de la laguna están al límite para el desarrollo de la vida acuática.

Según los resultados de la clasificación general tipificadora del estatus trófico o productivos de lagos y lagunas (APHA, 1981), las concentraciones de nitrógeno y fósforo en las aguas superan con creces lo establecido en esta normativa internacional, indicando que la laguna está en un proceso de eutroficación muy severo.

Como se aprecia en la Tabla 3, la flora de la Laguna Sausalito está compuesta por 27 especies, de las cuales el 52% son advenas, lo que indica el alto grado de antropización que sufre este cuerpo de agua. Además existe un importante predominio de las formas herbáceas, representadas por los hemicriptófitos e hidrofitos.

Tabla 3: Catálogo de la flora de la Laguna Sausalito.

Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Vulgar**	**O**	**F.V**	**E.C**	**Estación de Muestreo**			
						E1	**E2**	**E3**	**E4**
División Pteridophyta: Clase Filicopsida									
Azollaceae	*Azolla filiculoides*	Hierba del pato	N	Hi	FP	*		*	
División Pteridophyta: Clase Polypodiopsida									
Salviniaceae	*Salvinia auriculata*	Salvinia	A	Hi	NA			*	
División: Spermatophyta									
Angiospermae: Clase Magnoliopsida									
Amaranthaceae	*Alternanthera philoxeroides*	Maleza del caimán	A	Hi	NA	*	*	*	*
Apiaceae	*Apio nodiflorum*	Apio	A	Hi	NA		*		
Apiaceae	*Hydrocotile ranunculoides*	Sombrerito de agua	N	He	FP	*	*	*	*
Asteraceae	*Conyza bonariensis*	Conyza	N	He	FP		*		
Asteraceae	*Hypochaeris scorzonerae*	Hierba del chancho	E	He	FP		*		
Asteraceae	*Bidens aurea*	Té de Burro	A	He	NA		*	*	*
Brasicaceae	*Nasturtium officinale*	Berro	N	He	FP	*			
Haloragaceae	*Myriophyllum aquaticum*	Pinito de agua	N	Hi	FP	*	*	*	
Onagraceae	*Ludwigia peplioides*	Pepinillo de agua	N	Hi	FP	*			
Papilonaceae	*Galega officinalis*	Galega	N	He	FP		*		
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	Siete venas	A	He	NA		*		
Polygonaceae	*Polygonum hydropiperoides*	Duraznillo de agua	A	He	NA	*	*	*	*
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	Jacinto de agua	A	Hi	NA	*			
Rosaceae	*Rubus contrictus*	Zarzamora	A	Na	NA	*		*	
Salicaceae	*Salix babylonica*	Sauce llorón	A	Me	NA	*		*	
Salicaceae	*Salix caprea*	Sauce blanco	A	Me	NA		*		
Tropaeolaceae	*Tropaeolum major*	Espuela de galán	A	Te	NA		*		
Urticaceae	*Parietalia debilis*	Parietalia	A	Te	NA		*	*	
Angiospermae: Clase Liliopsida									
Cyperaceae	*Cyperus eragrostis*	Cortadera	N	Hel	FP		*		
Cyperaceae	*Carex riparia*	Cortadera cuncuna	N	Hel	FP		*		
Hydrocharitaceae	*Egeria densa*	Elodea	A	Hi	NA			*	
Poaceae	*Arundo donax*	Caña	A	He	NA	*			*
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Chépica	A	He	NA	*	*		*
Poaceae	*Cortadera radiuscula*	Cola de zorro	N	He	FP	*			
Typhaceae	*Thypha angustifolia*	Totora	N	Hel	FP		*		
Riqueza Total						13	17	11	6

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia.

Forma de vida Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos Ta: Talófitas.

Estados de Conservación EP: En Peligro, V: Vulnerable, IC: Insuficientemente Conocida, R: Rara, FP: Fuera de Peligro, NE: No Evaluada, NA: No aplica.

Como se observa en la Tabla 4, se reconocieron 21 especies de macrófitas vasculares, donde domina las plantas emergidas (15 especies), seguido por las flotantes (3 especies), sumergidas (2 especies) y por último las natantes (1 especie).

Tabla 4: Lista de Macrófitas Vasculares presentes en la Laguna Sausalito.

Natantes	
Hydrocotile bonaeriensis	Sombrerito de agua
Flotantes	
Azolla filiculoides	Hierba del pato
Salvinia auriculata	Salvinia
Eichhornia crassipes	Jacinto de agua
Emergidas	
Alternanthera philoxeroides	Maleza del caimán
Apio nodiflorum	Apio
Hypochaeris scorzonerae	Hierba del chancho
Nasturtium officinale	Berro
Ludwigia peplioides	Pepinillo de agua
Galega officinalis	Galega
Polygonum persicaria	Duraznillo de agua
Rubus ulmifolius	Zarzamora
Salix babylonica	Sauce llorón
Salix caprea	Sauce blanco
Cyperus eragrostis	Cortadera
Carex riparia	Cortadera cuncuna
Arundo donax	Caña
Cortadera radiuscula	Cola de zorro
Thypha angustifolia	Totora
Sumergidas	
Egeria densa	Elodea
Myriophyllum aquaticum	Pinito de agua

Por su parte, la fauna de macroinvertebrados bentónicos de la laguna está representada por 13 familias, que pertenecen a 11 órdenes, 5 clases y 3 phyllum (Tabla 5). Se destacan los órdenes Basommatophora y Díptera con 2 familias, que en conjunto alcanzan una representatividad del 30% de los taxa. Las familias más representativas fueron Chironomidae, Ephydridae, Tubificidade, Lymnaeidae y Physidae.

Tabla 5: Listado de las familias de macroinvertebrados presentes en la Laguna Sausalito.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de Muestreo			
				E1	E2	E3	E4
Annelida	Hirundínea	Rhynchobdellida	Glossiphonidae		*		*
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae			*	
		Clitellata	Tubificidae	*	*	*	
Artrópoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	*	*	*	*
			Ephydridae	*	*	*	*
		Odonata	Aeshnidae		*		
		Hemiptera	Aphididae		*	*	
		Coleoptera	Gyrinidae	*	*		
	Crustacea	Copepoda	Cyclopoida	*	*		
		Ostracoda	Cypris	*	*		
		Cladocera	Daphniidae		*		
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	*	*	*	
			Lymnaeidae	*	*	*	
Riqueza Total				8	12	7	3

Para la determinación del estado trófico de la laguna basado en plantas indicadoras, se encontraron 12 especies indicadoras de presencia de nitrógeno en las aguas. Los resultados presentes en la Tabla 6, señalan la presencia de 3 especies indicadoras de aguas ricas en nitrógenos y 7 especies indicadoras de niveles intermedios de nitrógeno. La relación entre riqueza total y número de especies indicadoras para el presente trabajo alcanza el 44%, esto indica un alto grado de trofismo en la laguna.

Tabla 6: Listado de especies indicadoras de eutrofización y de niveles altos y medios de nitrógeno.

Especie	Valor indicador de Nitrógeno
Hydrocotile ranunculoides	9
Azolla filiculoides	8
Galega officinalis	7
Cyperus eragrostis	6
Egeria densa	6
Myriophyllum aquaticum	6
Rubus constrictus	6
Salix caprea	6
Salix babylonica	5
Thypha angustifolia	5

Como se ve en la Figura 2, el índice ChBMWP, basado en los macroinvertebrados bentónicos, indica que la laguna se encuentra en una condición crítica de contaminación orgánica, con aguas contaminadas a fuertemente contaminadas, condición que se puede atribuir principalmente de la entrada de nutrientes a la laguna.



Figura 2: Calidad de aguas de la Laguna Sausalito según el Índice ChBMWP (modificado de Alba-Tercedor, 1996).

DISCUSIÓN

La temperatura del agua fluctuó entre los 16,2 y los 17,4 ºC con un valor promedio de 17,1 ºC. La variación térmica está influenciada directamente por la radiación solar durante el día y con el cambio de las estaciones climáticas.

El oxígeno disuelto presento un valor promedio de 4,8 mg/L, esto indica que las aguas se encuentran al límite del mínimo para las aguas destinada a la vida acuática, definido como 5,0 mg/L por la NCh1333.Of78.

El alto valor de conductividad eléctrica presentes en la laguna (851 µS/cm) indica un agua muy contaminada. Según Otero (2011), este valor se debe a la lixiviación de los sedimentos que ingresan a la laguna por escorrentía superficial, luego de las lluvias.

Los sólidos disueltos totales, presentaron un valor de 412 mg/L. López (2005), indica que estos valores generan turbidez impidiendo el paso de luz que ocasiona una disminución en la fotosíntesis y en el oxígeno disuelto.

El pH de la aguas es ligeramente alcalino (7,5). De León (2002) indica que pH alcalino denota aguas con desarrollo importante de procesos eutróficos, ya que se favorece la proliferación de vegetación acuática.

La materia orgánica en sedimentos presento un valor de 2,6%. Bertrán et al. (2010), explica como una de las causas del alto contenido de materia orgánica en los sedimentos del Lago Budi, la presencia de *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán Yeco), especie que posee una gran cantidad de ejemplares residentes en la Laguna Sausalito.

El alto número de especies de flora advena (52%) indica un fuerte grado de antropización en sus riberas (Hauenstein et al. 1988). Según la escala de González (2000) corresponde a la categoría de "altamente intervenido", ya que supera el 30% de alóctonas.

Para el caso del Estado Trófico Basado en Plantas Indicadoras, si bien el número de especies indicadoras en la Laguna Sausalito es bajo, la relación existente entre riqueza total y número de especies indicadoras alcanza el 44%. Resultados son muy superiores a los de Hauenstein et al. (2008), donde esta relación alcanza el 19%.

Además se propone incluir las especies *Eichhornia crassipes* y *Alternanthera philoxeroides* en el catálogo de especies indicadoras para los sistemas límnicos de la zona centro de nuestro país.

La fauna de macroinvertebrados es baja, con una riqueza de solo 13 familias. Lo anterior, sumado a la presencia de organismos altamente tolerantes a la contaminación, indica que las aguas de la Laguna Sausalito están siendo sometidas a un fuerte entrada de nutrientes y contaminantes orgánicos los cuales provienen de las zonas aledañas al sector.

La correlación indica que pH y conductividad eléctrica presentan correlación muy significativa con el tiempo, lo que indicaría que la variación de estos parámetros estaría condicionada por la estacionalidad (lluvias y escorrentía superficial).

Para el caso del nitrógeno y fósforo, estos presentan correlación significativa con los sólidos disueltos totales. Lo que indicaría que las concentraciones de estos elementos proceden de fuentes externas y/o de fuentes internas.

CONCLUSIONES

Los resultados de los indicadores biológicos macrófitos y macroinvertebrados, además de los resultados del análisis de los parámetros físicos y químicos del agua indican que las aguas de la Laguna Sausalito se encuentran en un Estado Ecológico Deficiente.

REFERENCIAS

Alba-Tercedor, J. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell 1978. Limnetica (4): 51-56.

APHA. 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, D.C : American Public Health Association.

Bertrán, C., Vargas, F., Peña, R., et al. 2010. Distribución de la macrofauna bentónica en el lago costero Budi, Sur de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 45 (2): 235-243.

Bode R. W. 1988. Quality assurance work plan for biological stream monitoring in New York State. Albany, N.Y: New York State Department of Environmental Conservation, 58 pp.

Chessman, B. 2003. New sensitivity grades for Australian river macroinvertebrates. Marine and Freshwater Research (54): 95–103.

Dean, W. E. Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. J. Sed. Petrol. (44) : 242–248.

Dolbeth, M., Pardal M., Lilleblo A., et al. 2003. Short- and long-term effects of eutrophication on the secondary production of an intertidal macrobenthic community. Marine Biology 10 (1007): 1133-1135.

De León, L. 2002. Floraciones de cianobacterias en aguas continentales del Uruguay: causas y consecuencias. En: Perfil Ambiental del Uruguay 2002. Nordan-Comunidad, Montevideo: Prieto, pp. 28-37.

Ellenberg, H. 1974. Indicator values of vascular plants in Central Europe. Scripta Geobotanica (9) :1-17.

Ellenberg, H., 1992. Zeigerwerte der Gefa¨ß pflanzen ohne Rubus. Scripta Geobotanica. (18): 9–166.

Figueroa, R., Valdovinos, E. Araya & O. Parra. (2003) Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural (76): 275-285.

González, A. 2000. Evaluación del recurso vegetacional en la cuenca del río Budi, situación actual y propuesta de manejo. Tesis Licenciatura en Recursos Naturales. Temuco: Universidad Católica de Temuco, 110 pp.

Hauenstein, E., Peña, C., Bertrán, J., et al. 2008. Comparación florística y estado trófico basado en plantas indicadoras de lagunas costeras de la región de La Araucanía, Chile. Ecología Austral. 18 (1): 43-53.

Hauenstein, E; González, M; Leiva, L. et al. 1998. Diagnóstico del estado de contaminación de los lagos Calafquén y Caburgua. Informe Final Proyecto FNDR N°20107905 IX Región, Chile. 76 pp.

Hilsenhoff W., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. J. North Am. Benthol. Soc (7): 65-68.

Klinka, K., Krajina, V., Ceska, A. et al. 1989. Indicator plants of coastal British Columbia. Vancouver: University of British Columbia Press, 288 pp.

Lenat, DR .1993. Abiotic index for the southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water-quality rating. Journal of the North American Benthological Society (12) : 279-290.

López, M. 2005. Factores ambientales que inciden sobre los caracteres morfométricos de peces dulceacuícolas de Valparaíso, Chile. Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental. Valparaíso: Universidad de Valparaíso, 129 h.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1978. Norma Chilena Oficial Nº 1.333 of 87 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Santiago: Instituto Nacional de Normalización, 20 pp.

Otero, L. 2011. Temporalidad de Parámetros de Calidad en el Lago de Yojoa, Honduras. Trabajo de Máster Recursos Geológicos y Geotecnia. Oviedo: Universidad de Oviedo, 132 pp.

Prat, N., Munné, A., Riera de vall, M. et al. 2000. Ecostrimed. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis. (Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 8). Barcelona: Diputació de Barcelona: Àrea de Medi Ambient, 94 pp.

Ramírez, C., Godoy, R., Contreras, D. et al. 1982. Guía de plantas acuáticas y palustres valdivianas. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 64 pp.

Ramírez, C., Finot, V., San Martín, C. et al. 1991. El valor indicador de las malezas del centro-sur de Chile. Agro Sur 19 (2):94-116.

Ramírez, C. y San Martín, C. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En: Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Santiago: Editorial Universitaria, pp. 21-69.

Roldán, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (88): 375-387.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de La calidad de las aguas en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. 1-164 pp.

San Martín, C., Ramírez, C y Álvarez, M. 2003. Macrófitos como bioindicadores: Una propuesta metodológica para caracterizar ambientes dulciacuícolas. Revista Geográfica de Valparaíso (34):243-253.

Soto, D. y Campos, H. 1996. Los Lagos Oligotróficos del Bosque Templado Húmedo del Sur de Chile. En: Ecología de los bosques nativos de Chile. Santiago: Editorial Universitaria, pp. 317-334.

Tiller, D. y Metzelling, L. 2002. Australia-wide assessment of river health: Victorian AusRivas sampling and processing manual. Monitoring river health. Initiative Technical. Canberra: Commonwealth of Australia and VIC Environment Protection Authority, 20 pp.

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE DESARROLLO, TAMAÑO DE PUPA Y EFICIENCIA DE DEPREDACIÓN DE *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* (MULSANT) (COCCINELLIDAE: SCYMNINAE) SEGÚN EL SUSTRATO DE ALIMENTACIÓN (TIPO DE DIETA).

Víctor Pino Zúñiga[*], Francisco Saiz Gutiérrez[**]

RESUMEN: *Pseudococcus viburni* (Pseudococcidae, Hemíptera) constituye una de las mayores plagas agrícolas en Chile. *Cryptolaemus montrouzieri,* coccinélido depredador, es generalmente utilizado para su control. Se estudia comparativamente el efecto de tres dietas, a saber: 1) *P. viburni*, 2) huevos de *S. cerealella* y 3) huevos de *S. cerealella* más extracto de *P. viburni,* sobre los tiempos de desarrollo larval y pupal, tamaño de las pupas y eficiencia de depredación de adultos de *C. montrouzieri* cuyas larvas fueron alimentadas con dichas dietas. Los resultados demuestran que existe una mayor eficiencia de depredación de adultos de *C. montrouzieri* sobre ninfas de *P. viburni* cuando sus larvas fueron alimentados con la dieta 3 y que no existe diferencias significativas entre machos y hembras al respecto. Además, se aprecia que existe disminución de la cantidad de ninfas consumidas a partir del primer día post emergencia, en todos los casos.

Los menores tiempos de desarrollo corresponden a las dietas con presencia de *S. cerealella*. Las pupas de mayor tamaño provenían de las dietas 1 y 3. Además, las pupas derivadas de dietas con huevos de *S. cerealella*, presentan una notoria disminución de los filamentos lanosos, característicos de estas pupas.

Palabras claves: *Pseudococcus viburni*, *Cryptolaemus montrouzieri*, dieta, crianza.

ABSTRACT: *Pseudococcus viburni* (Pseudococcidae, Hemiptera) that constitutes one of the greatest agricultural pests in Chile. *Cryptolaemus montrouzieri*, a coccinellid predator, is generally used for it control.Isstudied in a comparative way the effect of three diets, namely: 1) *P. viburni*, 2) *S. cerealella* eggs and 3) *S. cerealella* eggs plus *P. viburni* extract, on larval and pupal development times, pupae size and the predation efficiency of *C. montrouzieri* adults whose larvae has been fed with the diets.The results showed that there is greater depredation efficiency of *C. montrouzieri* adults on *P. viburni* nymphs when their larvae was fed with diet 3 and that there is no significant differences between males and females. Also, shows that there is a decrease in the amount of nymphs consumed since the first days post adults emerge, in all cases.

The shorter development times occurred in the diets with presence of *S. cerealella*. Larger pupae comes from diets 1 and 3. Further, the resulting pupa from *S. cerealella* eggs diets, presented a remarkable decrease of wooly filaments, typical characteristic of this pupa.

Key words: *Pseudococcus viburni,Cryptolaemus montrouzieri*, diet, breeding.

---

[*] Biólogo, I. de Biología, P. Universidad Católica de Valparaíso, victorpino.bio@gmail.com
[**] Profesor de Ecología, I. de Biología, P. Universidad Católica de Valparaíso, fsaiz@ucv.cl

INTRODUCCIÓN

La regulación dentro de los ecosistemas está dada fundamentalmente por las relaciones interespecíficas y por las transferencias energéticas. Entender los mecanismos de regulación entre los componentes del ecosistema es fundamental para conocer la condición de estado de una población determinada y las posibilidades que tiene de entrar en desajuste con el resto de las poblaciones y convertirse en plaga. Dada la situación de plaga, su control consiste en limitar su tamaño poblacional a niveles tolerables mediante el manejo de los factores que afectan la natalidad y mortalidad de la especie en cuestión, ya sean ellos bióticos o abióticos.

Las principales relaciones interespecíficas utilizadas en control biológico son: parasitismo, parasitoidismo y depredación. Existe una gran diversidad de definiciones y conceptos acerca de esta última, yendo desde el carnivorismo, en el cual un animal ataca y captura a otro animal, hasta el planteamiento de Taylor (1984) para quien, "la depredación es cualquier proceso ecológico en el cual la energía y materia fluyen de una especie a otra".

Entre las características exigibles a un depredador como biocontrolador debe considerarse que su efecto sea específico, con el fin de no afectar negativamente a especies, no plagas, que forman parte de la regulación natural del ecosistema en cuestión. Además, deben presentar alta eficiencia de consumo, evaluada como número de individuos consumidos por unidad de tiempo, la que es acrecentada en la medida que tanto individuos inmaduros como adultos ejerzan depredación sobre el mayor número de estados de desarrollo de la presa: huevos, larvas, ninfas, pupas y/o adultos. La capacidad de forrajeo y el encaje fenológico entre depredador y presa, especialmente respecto a los estados más vulnerables de la presa, son otros requisitos. A ellos se agregan la capacidad de congregarse y permanecer en áreas de alta densidad de la plaga.

En cuanto a la especificidad de un depredador, esta puede ser considerada a diferentes niveles: especie, grupo de especies, género (Carballo y Falguni, 2004), etc; por ejemplo, *Cryptolaemus montrouzieri,* ataca varias especies de los géneros *Pseudococcus* y *Planococcus*; por tanto, a pesar de que su espectro de presas es amplio se le considera un depredador específico para la familia *Pseudococcidae*.

Una de las exigencias que el sistema de control biológico aumentativo impone es disponer oportunamente de grandes cantidades de ejemplares del controlador y así poder satisfacer las necesidades de liberación en los momentos precisos en que sean requeridos. Debido a esto, se han desarrollado diversas metodologías de crianza en laboratorio frente a las cuales surgen algunas interrogantes tales como: ¿tiene el sustrato trófico de crianza algún efecto sobre el desarrollo y eficiencia del depredador?, ¿la diferencia específica entre el sustrato de crianza y la presa afecta a la eficiencia?, ¿el número de generaciones desarrolladas en laboratorio afecta la capacidad de control del depredador?.

Al respecto, Acevedo (2013) describe que existe disminución de los tiempos de desarrollo y de la cantidad del parasitoide *Acerophagus flavidulus*, cuando los *Pseudococcus viburni* que parasita tienen como sustrato limón en vez de papas. Marco (2007) y Lepe (2008) describen, al trabajar con dietas artificiales en *Cryptolaemus montrouzieri*, que existen diferencias significativas en la duración de los estados de larva, pupa y en el tamaño del adulto cuando fueron alimentados con dietas artificiales en vez de la dieta control de *Planococcus citri*; Marco probó la efectividad de 3 dietas artificiales más la dieta control de *Pseudococcus sp.* obteniendo como resultado que tanto la dieta Singh como la dieta control fueron igualmente efectivas frente a sobrevivencia y evolución de estadios de *C. montrouzieri*, en tanto que Lepe, demostró la superioridad de la dieta natural por sobre la dieta Singh en la duración de estados de larva y pupa. Por otra parte, Baeza (2009) describe que la eficiencia de consumo de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Pseudococcus viburni* es menor en ejemplares

provenientes de generaciones avanzadas (generación n°18) que de ejemplares de generaciones recientes (generación n°2); demostrando la necesidad de renovar periódicamente la población original para evitar el desgaste del pool genético original debido a procesos de endogamia. El mismo autor menciona que las condiciones controladas que se utilizan en la crianza en laboratorio (temperatura, humedad, alimento), impiden que los procesos selectivos naturales funcionen limitando su capacidad de establecerse en ecosistemas naturales. Torres y Marcano (2007, 2011), lograron definir el efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* criado sobre *Maconellicoccus hirsutus*, concluyendo que existen rangos de temperatura que son más favorables para la crianza en laboratorio, generando con esto un marco teórico importante para la crianza masiva de esta especie.

En Chile, existen diversas relaciones depredador-presa en el ámbito del control biológico aumentativo de plagas, siendo una de ellas la de *Cryptolaemus montrouzieri* – *Pseudococcus viburni* (Coccinellidae y Coccidae respectivamente), la cual será considerada en este trabajo.

***Pseudococcus viburni* a nivel país:** *Pseudococcus viburni* (Pseudococcidae, Hemíptera) especie cosmopolita, constituye una de las mayores plagas agrícolas en Chile; por ejemplo, del total de cajas de frutas exportadas durante la temporada 2008/2009 un 21 % correspondió a cajas rechazadas por *P. viburni,* destacando uvas, manzanas y peras. Además,en la literatura se afirma que esta especie es un importante vector del virus del enrollamiento de la hoja de la vid (GLRV) presente en el país (Salazar, et al., 2010).

En Chile se encuentra presente desde las regiones de Atacama hasta la de Los Lagos. Es la más común de las especies de *Pseudococcus* y la que implica mayores complicaciones de control. Como plaga se asocia a diferentes frutales en donde interactúa con otras especies de *Pseudococcus.*

Se han descrito, para Chile, alrededor de 16 especies de hospederos primarios, entre los cuales se encuentran: alfalfa, cerezo, frambueso y naranjo; así como también en un gran número de hospederos secundarios, entre ellos: alfilerillo, hinojo, malva, palqui, etc., en estos últimos se encuentran preferentemente a nivel radicular en invierno (Oyarzún, 2004).

Algunas de las cuarentenas que Chile debe cumplir debido a *Pseudococcus viburni* son Bolivia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, México y Panamá. Si bien en Estados Unidos y Japón no son considerados cuarentenarios, son rechazados por la dificultad en su identificación y la consiguiente posibilidad de ingresar especies que no están presentes en estos países. Desde un tiempo atrás se insinuó que *P. viburni* en realidad era un complejo de especies, nominándose incluso a *Pseudococcus* USDA especie 1 y *Pseudococcus* USDA especie 2 como parte de este complejo. Hoy en día, Correa, et al., (2012) han descrito que estas especies corresponden a *P. meridionalis* y *P. cribata* respectivamente, aclarándose de paso, el problema de confundir a *P. viburni* con *P. meridionalis* e incluso agruparlo en el complejo *Pseudococcus maritimus.*

En Chile, se han descrito 10 controladores biológicos nativos o endémicos para *Pseudococcus* y 11 especies introducidas por medio del programa de control biológico clásico (Rojas, 2005), considerándose como los más efectivos a los neurópteros *Chrysoperlasp* y *Sympherobius maculipennis*; a los dípteros *Leucopissp* y *Ocyptamus confusus* y a los coleópteros coccinélidos *Scymnus nitidus*, *Hyperaspis funesta* y a *Cryptolaemus montrouzieri* (Ripa y Rojas, 1990 en Oyarzún, 2004).

Generalidades de *Cryptolaemus montrouzieri:* Entre los controladores de *P. viburni* destaca *Cryptolaemus montruozieri* (Mulsant), (Coccinelidae, Coleoptera). Es nativo de Australia, donde fue capturado a principios del siglo XX para ser introducido en EEUU como controlador biológico de *Pseudococcus aurulanatus* Maskell, y luego de tener buenos resultados fue utilizado sobre otras plagas importantes de Pseudococcidos. Fue introducido por primera vez en Chile en 1931 para controlar al chanchito blanco de los cítricos, *Planococcuscitri* (González y Rojas, 1967). Al igual que con otros coccinélidos, su viabilidad económica depende de los costos de colecta y de crianza masiva y, principalmente, de la efectividad de la liberación (Obrycki y Kring, 1998).

El ciclo de vida de *C. montrouzieri* consta de huevo, larva (instares I, II, III y IV), prepupa, pupa y adulto. Los huevos miden 0,5 mm de ancho por 1,0 mm de largo, con forma oval alargada de color amarillo limón característico. Son depositados en las masas algodonosas de los huevos de *Pseudococcus* o en superficies cercanas a la presa.

El periodo de incubación de *C. montrouzieri* es de 6 días en condiciones de laboratorio (Valdebenito, 1985). La larva de *C. montrouzieri* es del tipo carabiforme, blanca con tonalidades grises; al poco tiempo comienzan a aparecer los apéndices cerosos blancos que cubren el dorso. A medida que se desarrolla muestra tonalidades marrón rojizo claro, con las patas y cabeza poco visibles debido a las cubiertas cerosas. Los primeros 3 primeros instares comparten características morfológicas como la capsula cefálica marrón con el borde de la sutura epicraneal más claro y de forma semicircular; el escudo protoráxico tiene un diseño simétrico de color marrón con prolongaciones laterales y una separación en la parte central. El cuarto instar presenta una capsula cefálica con diseño con manchas y puntos oscuros, y el escudo protoráxico con puntos oscuros en el centro del diseño (Torres y Marcano, 2007). El periodo larvario es de alrededor de 10 días en condiciones de laboratorio (Valdebenito, 1985).

Según Valdebenito (1985) las prepupas son larvas desarrolladas que han perdido su movilidad y han dejado de alimentarse. Miden 6,6 mm en promedio y están cubiertas de largos filamentos propensos a desprenderse, en especial los dorsales. Este periodo duraría 4,9 días en promedio.

La pupa es de color amarillo brillante y mide cerca de 5 mm, está cubierta por los restos de las lanosidades presentes en las etapas larvarias (Baeza, 2009). El periodo de pupa dura 8,4 días en promedio (Cabello, 1996).

Los adultos son negros, con la cabeza, abdomen y extremo de los élitros rojos. Los élitros al estar cubiertos de cerdas hacen que se pierda la intensidad del color. El tamaño promedio es de 4,6 mm. El abdomen tiene 6 segmentos visibles (Valdebenito, 1985). Existe dimorfismo sexual representado en que las patas protoráxicas de los machos son anaranjadas mientras que la de las hembras son negros (Baeza, 2009).

Respecto de su comportamiento como depredador, Heidari y Copland (1992) determinaron que existen componentes químicos y algunas características visuales propias de Pseudococcidos que son detectadas por adultos de *C. montrouzieri* y que estimulan su capacidad de búsqueda y de encuentro.

Sobre crianza: El método de crianza masiva de *C. montrouzieri* más usado en la actualidad consiste en la utilización de *Pseudococcus* como sustrato trófico (*P. viburni, P. calceolariae y P. longispinus*). Si bien este método genera una alta eficiencia de crecimiento y de reproducción, conlleva a la vez la complejidad económica y de tiempo que requiere la crianza de *Pseudococcus*. En empresas de control biológico como ControlBest, se está utilizando como complemento para la crianza de *C. montrouzieri* huevos de *Sitotroga cerealella,* polilla de los cereales, con la consecuente reducción de la dependencia de altas cantidades de *Pseudococcus,* a la vez que disminuye la complejidad de la producción del sustrato alimenticio, siendo bien aceptados por parte de *C. montrouzieri*. A pesar de ello no existen datos oficiales ni estudios acerca de las ventajas de la utilización de huevos de *Sitotroga* sobre tiempos de desarrollo, tamaño de pupas y eficiencia de depredación de *C. montrouzieri.*

De lo expuesto rescatamos dos aspectos a estudiar: efecto de diferentes dietas en el desarrollo y eficiencia de consumo de *Cryptolaemus montrouzieri.*

Frente a lo anteriormente expuesto se espera que existan diferencias significativas en tiempos de desarrollo, tamaño de pupa y eficiencia de consumo de *Cryptolaemus montrouzieri* entre una dieta de *Pseudococcus viburni,* una dieta de huevos de *Sitotroga cerealella* y una dieta mixta de huevos de *Sitotroga cerealella* más extracto de *Pseudococcus viburni*.

OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de diferentes tipos de alimentación de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre el tiempo de desarrollo larvario y pupal y tamaño de pupa.
- Evaluar el efecto de diferentes dietas en la alimentación de las larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre la eficiencia de depredación de adultos frente a una misma presa, *Pseudococcus viburni.*

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ecosistemas Terrestres, Campus Curauma de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la localidad de Curauma, comuna de Valparaíso, Región de Valparaíso; entre los meses de septiembre del 2013 y febrero del 2014.

Este consistió en determinar el efecto de 3 dietas distintas sobre algunos parámetros biológicos de *Cryptolaemus montrouzieri*; estas dietas fueron:

a) Dieta 1, individuos de *Pseudococcus viburni* de los estados de huevo y ninfa (I y II).
b) Dieta 2, huevos de *Sitotroga cerealella*
c) Dieta 3, huevos de *Sitotroga cerealella* mezclados con extracto de *P. viburni*, preparada moliendo en mortero de cerámica ejemplares de todos los estados de *P. viburni,* mezclándolo con los huevos de *S. cerealella* hasta obtener una sustancia uniforme; la proporción de *P. viburni* y *S. cerealella* es de 1/1 en volumen.

Los criterios para seleccionar las dietas fueron los siguientes:

- La crianza masiva de *C. montrouzieri* se hace fundamentalmente con *Pseudococcus como sustrato de alimentación, siendo P. viburni* el más utilizado.
- Los huevos de *Sitotroga cerealella*, si bien no son masivamente utilizados para este propósito, ControlBest está practicando con ellos con buena aceptación por parte de *C. montrouzieri,* pero sin estudios que evalúan su importancia como dieta.
- La dieta intermedia o dieta 3 busca probar si el agregado de extracto de *P. viburni* favorece la calidad de dieta de los huevos de *S. cerealella*.

Procedencia del material biológico: Los ejemplares de *Pseudococcus viburni,* los huevos de *Sitotroga cerealella* y las larvas de *C. montrouzieri* fueron facilitados por ControlBest. Los huevos de *S. cerealella* se proporcionaron en unidades de 2 gramos en potes de plástico, *P. viburni* en un pie de cría y las larvas de *C. montrouzieri* en unidades de 10.

Procedimiento: La primera etapa del procedimiento corresponde a la crianza de *P. viburni* para obtener una población suficiente de todos sus estados para ser utilizados tanto para la fase de crianza de *C. montrouzieri* como para la de control de eficiencia.

El material de *P. viburni* se traspasó a 3 nuevos zapallos, repitiéndose el procedimiento a los 55 días, tiempo en el cual la mayoría de los individuos alcanzaron su ciclo de vida completo y además generaron masas de huevos. Durante este período se controló diariamente la presencia de parasitoides (principalmente *Acerophagus flavidulus*) y de otras especies de *Pseudococcus* que estuvieran contaminando la crianza. Esta fase y las siguientes se realizaron bajo temperatura promedio de 25° (rango: 23° - 28°), con fotoperiodo 14/8 y a humedad relativa entre 45% y 70% dentro de una "cámara invernadero" de cartón corrugado y malla tul diseñada especialmente para el experimento.

Una vez que hubo suficiente cantidad de *P. viburni*, se comenzó la fase dos, correspondiente a la crianza de *Cryptolaemus montrouzieri*, cuyo objetivo fue obtener suficiente cantidad de adultos de edad similar para proceder a la experimentación con las dietas. Esta fase se inició con 10 larvas, dispuestas en una caja plástica traslucida (140 x 140 mm), con ventilación, humedad proporcionada por algodones húmedos. Se alimentaron con masas de huevos de *P. viburni* hasta que llegaron a adultos; ya como adultos, se les alimentó con ninfas y adultos de *P. viburni*. El proceso se repitió con la generación siguiente, obteniéndose finalmente un número suficiente de adultos para generar la cantidad de huevos necesaria para la fase de experimentación propiamente tal.

Para ello las hembras fueron aisladas a cajas independientes una vez que comenzaron a oviponer. Los huevos de *C. montrouzieri* fueron tomados y puestos en algodón sintético en una placa Petri plástica (60x15 mm) con el fin de poder contabilizarlos de mejor manera, y además, poder determinar el día de emergencia de cada larva.

Las larvas recién eclosionadas fueron distribuidas en 27 placas Petri, conteniendo cada una tres larvas. Grupos de tres placas fueron ubicadas en 9 cajas plásticas (caja cilíndrica), correspondiendo tres a cada dieta. Además en cada caja se puso una placa con algodón húmedo para proporcionar humedad.

Mediante ensayos de factibilidad se comprobó que las larvas recién eclosionadas de *C. montrouzieri* no logran alimentarse con ninfas de *P. viburni* ni de huevos de *Sitotroga cerealella, por lo que se* determinó que durante los 10 primeros días, las larvas de los 3 grupos se alimentaran con masas de huevos *P. viburni.* Pasado este tiempo cada grupo prosiguió con la dieta que le fue asignada previamente hasta que llegaron a adultos, con los cuales se evaluó la eficiencia de consumo y midió la duración del estado de desarrollo.

Una vez que las larvas de *C. montrouzieri* comenzaron con sus respectivas dietas se registraron los días que tardaron las larvas de cada dieta en llegar al estado de pupa y éstas al de adulto (registro diario). Igualmente se midió el tamaño de las pupas resultantes de la crianza.

Determinación de eficiencia de depredación: Se experimentó con 36 adultos, provenientes en igual proporción de las tres dietas, (12 por dieta, en proporción de sexos 1:1). Los adultos se traspasaron individualmente a una caja plástica (60 x 15 mm) en donde la alimentación para todos fue de ninfas I y II de *Pseudococcus viburni.*

La eficiencia de consumo se evaluó como la cantidad de ninfas de *P. viburni* consumidas por adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* en un día. Para esto, en cada caja, se pusieron 40 ninfas de *P. viburni* y se contaron diariamente cuantas fueron consumidas a la vez que se reemplazaban para mantener el número inicial de 40. Esta medición se realizó por un periodo de 10 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del efecto de diferentes dietas sobre los tiempos de los estados de desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri*:

Las dietas 2 y 3 (con presencia de huevos de *S. cerealella*) generan los tiempos de desarrollo más cortos tanto para larvas como para pupas (Tabla 1) y no difieren significativamente entre sí; por el contrario, ambas sí difieren de la dieta 1 (*P. viburni*) (Tabla 2).

Tabla 1: Tiempos promedios de desarrollo de larvas y pupas de *C. montrouzieri*.

Tiempo promedio (días)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Larvas	21,9	19,6	19,3
Pupas	10,3	9,21	9,35
Desarrollo total	32,2	28,81	28,65

En base a estos resultados se podría postular que existe una superioridad de los huevos de *S. cerealella* como fuente alimenticia frente a *P. viburni*, ya que en ambas dietas en que está presente se obtienen los menores tiempos de desarrollo, lo que sería interesante desde el punto de vista de la producción de adultos; por otra parte, el menor tiempo de desarrollo podría estar relacionado con una menor eficiencia alimentaria de los huevos la que presionaría el desarrollo, traduciéndose en pupas de diferente tamaño y características.

Tabla 2: Resumen de significancias estadísticas (t Student) de machos y hembras para los tiempos de desarrollo. (S = diferencia significativa, NS = diferencia no significativa).

	Larvas			Pupas		
	I	II	III	I	II	III
I		S	S		S	S
II			NS			NS
III						

Evaluación del efecto de tres dietas sobre el tamaño de pupas de *C. montrouzieri:*

En laboratorio se notaron diferencias al comparar las pupas de las larvas alimentadas con diferentes dietas. En efecto, se visualizaron diferencias en el tamaño y en la cantidad de lanosidades. Las pupas provenientes de la dieta 1 (*P. viburni*) presentaban mayor tamaño aparente y lanosidades abundantes, clásicas. La situación opuesta se da en las provenientes de larvas alimentadas con la dieta 2 (huevos de *S. cerealella*), siendo inexistentes en algunos casos.

Las dietas 1 y 3 (dieta de *P. viburni* y dieta de huevos de *S. cerealella* mas extracto de *P. viburni*) presentan los mayores tamaños de largo y ancho de pupas respecto de la dieta 2 (huevos de *S. cerealella*) (Tabla 3).

Tabla 3: Rangos de tamaños, promedios y relación largo/ancho de pupas de *C. montrouzieri* en las distintas dietas.

	Largo		**Ancho**		**L/A**
	Rango	PR	Rango	PR	
Dieta 1	4 - 5	4,45	2,5-3	2,95	1,50
Dieta 2	3,5-4	3,95	2,5-3	2,53	1,56
Dieta 3	3,5-5	4,57	2,5-3,2	2,87	1,61

Las diferencias de tamaños fueron estadísticamente significativas entre las dietas 1-2 y 2-3, no pero no entre 1-3 (t Student p=0,05) (Tabla 4).

Tabla 4: Resumen de significancias estadísticas (t Student) en tamaños de largo y ancho de pupas de *C. montrouzieri*.

	Largo				**Ancho**		
	I	II	III		I	II	III
I		S	NS	I		S	NS
II			S	III			S
III				III			

Debido a estos resultados es posible concluir que la dieta de huevos de *S. cerealella* presenta efectos positivos sobre los tiempos de desarrollo de larvas y pupas, pero no sobre su tamaño; respecto de las lanosidades los huevos de polilla podrían carecer de nutrientes específicos, propios de *P. viburni,* necesarios para la producción de lanosidades.

Evaluación del efecto de diferentes dietas sobre la eficiencia de depredación:

Los 36 ejemplares de adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* consumieron un total de 4631 ninfas durante los 10 días de experimentación. Su distribución por sexo y dieta se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: Ninfas depredadas por adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* durante el ensayo.

Ninfas consumidas	**Dieta 1**	**Dieta 2**	**Dieta 3**	**Total**
Consumo global				
Por machos	785	692	934	2411
Por hembras	766	587	867	2220
Total	1551	1279	1801	4631
Ninfas (promedio) /individuo				
Por Machos	130,83	115,33	155,66	
Por Hembras	127,66	97,83	144,15	
General	129,25	106,58	150,08	

El análisis de los datos muestra una mayor eficiencia de consumo con la dieta 3 (huevos de *Sitotroga cerealella* más extracto de *P. viburni);* siendo la menos eficiente la dieta 2 (huevos de *Sitotroga cerealella);* esta condición se presenta tanto para hembras como para machos y, por ende, también en el número total de ninfas consumidas por individuos.

Lo expuesto anteriormente se confirma con el análisis de diferencia de medias (t Student; p = 0,05) el cual demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las combinaciones de dietas (Tabla 6).

Se concluye que la dieta menos efectiva corresponde a los huevos de *Sitotroga cerealella* y que el agregarle extracto de *P. viburni* la potencia o mejora, posiblemente debido a que al adicionar compuestos químicos propios de *P. viburni* favorecen el reconocimiento del alimento (o atracción), y además, mejora la calidad nutricional de los huevos.

Tabla 6: Resumen de significancias estadísticas (t Student) para las 3 dietas propuestas, tanto para machos y hembras como para el total. (S = diferencia significativa, NS = diferencia no significativa).

	Total			**Machos**			**Hembras**		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
I		S	S		NS	NS		NS	NS
II			S			NS			NS
III									

Respecto de si existen diferencias entre machos y hembras para una misma dieta, el análisis de t Student (p=0,05) concluye que no existen diferencias estadísticas entre machos y hembras en ninguna dieta.

Si analizamos la información en función de si la tasa de consumo disminuye a medida que pasan los días del ensayo, se establece que para las tres dietas la tendencia es a disminuir (Tabla 7), concentrándose el mayor consumo en los 5 primeros días, siendo más evidente en la dieta 3 para machos y donde la diferencia es más reducida en la dieta 1.

Tabla 7: Ninfas consumidas en las tres dietas entre machos y hembras en los periodos de tiempo 0 a 5 y 6 a 10 días (porcentaje).

	Dieta 1		**Dieta 2**		**Dieta 3**	
Días	0-5	6-10	0-5	6-10	0-5	6-10
Machos	50,44	49,55	59,24	40,75	59,42	40,57
Hembras	52,74	47,25	50,76	49,23	58,59	41,4

Una explicación para esto puede ser que los adultos una vez que emergen de la pupa busquen conseguir la mayor cantidad de alimento (y con ello energía) para comenzar el proceso reproductivo; en el caso particular de las hembras, para la formación de los huevos; así como también para el vuelo y la búsqueda de alimento.

CONCLUSIONES

Los ejemplares adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* presentan una mayor eficiencia de depredación sobre ninfas de *Pseudococcus viburni* cuando son alimentados durante su estado larval con la dieta 3 (huevos de *Sitotroga cerealella* más extracto de *P. viburni*), siendo estadísticamente significativas las diferencias entre las tres dietas (*P. viburni* y huevos de *S. cerealella*) (p=0,05).

No existen diferencias significativas en la eficiencia de depredación entre machos y hembras producto de las tres dietas.

Existe disminución de la eficiencia de depredación desde los primeros días post emergencia hasta el décimo día. Esta disminución se presenta tanto en machos como en hembras.

El extracto de *P. viburni* sobre los huevos de *S. cerealella* genera una mejora importante en la eficiencia de depredación de los adultos proveniente de larvas alimentadas con huevos solamente.Los menores tiempos de desarrollo de *C. montrouzieri* corresponden a las dietas en que estaba presente *S. cerealella* (dietas 2 y 3).

Las larvas alimentadas con *P. viburni* presentan los mayores tamaños de pupas frente a las otras dietas.

Existe una disminución en la producción de las lanosidades en las dietas que contienen huevos de *S. cerealella*.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a quienes fueron parte importante de este trabajo, en especial a Dennis Navea y a Controlbest por facilitar el material biológico.

REFERENCIAS

Acevedo, F. 2013. Evaluación del efecto tritrófico de dos sustratos vegetales en la interacción del parasitoide Acerophagus flavidulus con el hemíptero Pseudococcus viburni. Tesis Biólogo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Baeza, R. 2009. Efecto de las múltiples generaciones de Cryptolaemus montrouzieri (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae) derivadas de un mismo pool genético en la eficiencia de consumo y en la selectividad de Pseudococcus. Proyecto de Titulo de Biólogo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 32 p.

Cabello, S. 1996. Biología y comportamiento de Cryptolaemus montrouzieri (Mulsant), predador de Pseudococcidos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 54 pp.

Carballo, M. y Falguni, G. 2004. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Managua: CATIE. 232 pp.

Correa, M., Zaviezo, T y Malausa, T. 2012. Identificación de especies cuarentenarias de chanchitos blancos "Los análisis moleculares permiten eliminar la ambigüedad". Disponible en: http://www.redagricola.com/reportajes/fitosanidad/identificacion-de-especies-cuarentenarias-de-chanchitos-blancos-los-analisis- [Consulta: 2015]

González, R. y Rojas, S. 1967. Estudio analítico de control biológico de plagas Agrícolas en Chile. Apartado de Agricultura Técnica. 26 (4): 133-147.

Heidari, M y Copland, M. 1992. Host finding by Cryptolaemus montrouzieri (Col., Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom, Pseudococcidae).Entomophaga, (37): 621-625.

Lepe, F. 2008. Efecto de una dieta artificial sobre parámetros biométricos y reproductivos de Cryptolaemus montrouzieri MULSANT. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 37 h.

Marco, M. 2007. Evaluación de tres dietas artificiales para la crianza de Cryptolaemus montrouzieri. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 33 p.

Obrycki, J. y Kring, T. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. Annual Review of Entomology (43): 295-321.

Oyarzún, M. 2004. Taxonomía y Observaciones Biológicas del Chanchito Blanco de los Frutales, Pseudococcus viburni (Segnoret) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE). Memoria de Titulo. Santiago: Universidad de Chile., 85 h.

Rojas, S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historia y avances. Santaigo: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 123 pp.

Salazar, A., Gerding, M., Luppichini, P. et al. 2010. Biología, manejo control de chanchitos blancos. Boletín INIA n° 204: 1-60.

Taylor, R. 1984. Predation (Population and communitybiology). New York: Chapman and Hall.New York, 166 pp.

Torres, F. y Marcano, R. 2007. Efecto de la temperatura en el desarrollo de Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleóptera: Coccinellidae) utilizando como presa Maconellicoccus hirsutus Green (Hemíptera: Pseudococcidae). Entomotrópica 22 (1): 17-25.

Torres, F. y Marcano, R. 2011. Efecto de cuatro temperaturas constantes sobre la ovoposición, fecundidad y fertilidad de Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleóptera: Coccinellidae). Entomotrópica 26 (1): 31-37.

Valdebenito, M. 1985. Estudio de la biología y etología de Cryptolaemus montrouzieri Mulsant y proposición de un sistema optimizado de multiplicación masiva. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 101 pp.

ESPECIAL TRAYECTORIA

Dr. Sergio Zunino Tapia



Profesor de Estado en Biología y Ciencias, titulado de la Universidad de Chile, sede Valparaíso (1976). Miembro de la Academia Chilena de Ciencias desde el año 1986 y Doctor en Ecología de la Universidad de Montpellier II, Francia (1985), ha sido un activo investigador de la Región de Valparaíso, especializado en zoología (vertebrados de humedales), ecología de comunidades, biología y ciencias ambientales.

La trayectoria del Dr. Sergio Zunino, abarca desde el ámbito educativo ejerciendo la docencia en la Universidad de Valparaíso, Universidad de Playa Ancha, Universidad de Viña del Mar y Universidad de Chile, siendo además Director del Departamento de Biología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso y Director del programa de Magíster en Gestión Ambiental de la misma Universidad. Junto con ello, Sergio Zunino se ha desempeñado en la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) como miembro del Comité Operativo Regional de Biodiversidad y Consejero del Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente.

Desde el año 1980 hasta el año 2003, Sergio Zunino se integra al equipo del Museo de Historia Natural de Valparaíso, como Sub director e investigador del área de Ciencias Naturales, desde aquí realiza importantes aportes a la ciencia manifestados en sus artículos publicados en la Revista Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, la cual alberga la mayor parte de su trabajo de investigación en cuanto a artículos científicos se trata.

El trabajo intelectual del Dr. Sergio Zunino ha ido en constante actualización, primeramente desde sus inicios con más de 25 artículos científicos publicados a lo largo de su trayectoria, luego como profesor en la dirección de seminarios - tesis de pre y post grado y con la publicación de libros, algunos solo de su autoría y otros como un trabajo mancomunado entre varios autores especialistas, entre estos destacamos “Las Rapaces de Chile” (2002), “Manual de actividades prácticas para Ecología” (2000), “Manual de Zoología Deuteróstomo” (1998).

El Dr. Sergio Zunino se ha mantenido de manera activa dictando diferentes cursos de su especialidad, realizando asesorías a privados y al Estado, desarrollando proyectos de investigación con instituciones como la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Ministerio de Bienes Nacionales, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Universidades, entre otros.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS DESTACADOS DE SERGIO ZUNINO PUBLICADOS EN LOS ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO.

Ortiz, J., y Zunino, S. 1976 Ciclo reproductor de Liolalemus nigromaculatus Kuhlmani, Muller y Hellmich. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (9): 127-130.

Zunino, S. 1977. Nueva Localidad para Marmosa elegans coquimbensis, Tate 1931 (Mammalia Marsupialia Didelphidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (10): 223-224.

Zunino, S., Cordero, M., y González, I. 1980. Liolaemus Kuhlmanni Muller y Hellmich (1933). Consideraciones hematológicas. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (13): 281-284.

Zunino, S. & Riveros, G. 1981. Distribución de reptiles y su relación con la vegetación en “Parque Nacional la Campana” Chile Central. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (14): 185-188.

Zunino, S. 1981. Efectos de la radiación sobre los oviductos de Liolamus Khulmanni (Squamata- Iguanidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (14): 275-278.

Zunino, S. 1982. Estimación del volumen cerebral en conejos. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (15): 99-100.

Zunino, S. y Vivar, C. 1983-1985. Ciclo reproductor de los conejos en Chile Central I. Madurez y Relación Sexual. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (16): 101-110.

Zunino, S. 1987. Ciclo reproductor de los conejos en Chile Central II. Etapas y Duración. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (18): 143-151.

Zunino, S. y Arcos, M. 1989. Nuevos Antecedentes de la dieta de Tyto alba en el Parque Nacional la Campana. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (20): 99-101.

Zunino, S. y Riveros, G. 1990. Cartografías de los Incendios Forestales en la Quinta Región. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (21): 89-93.

Zunino, S., Riveros, G., Rojo, C., et al. 1999. Efectos de la contaminación atmosférica sobre los ensambles de vertebrados, en la zona de Puchuncaví. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (24): 78-84.

Zunino, S., Garrido, M. y Lillo, C. 1999. Respuesta de micromamíferos de Chile Central a Incendios Forestales. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (24): 109-113.

Zunino, S., Baeza, M., Quiroz, S., et al. 1999. Ampliación distribucional de la Carmelita, Percilia Gillissi Girard, 1854 (Pisces: Perciliidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (24): 119-120.

Zunino, S. 2009. Perros vagos en Valparaíso. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (25): 65-71.

CICLO REPRODUCTOR DE *LIOLAEMUS NICROMACULATUS KUHLMANI*

Trabajo publicado en 1976 volumnen 9 (127-130).

Juan Carlos Ortiz Z. y Sergio Zunino T.*

ABSTRACT: Histologic varation of testes, ovaries, epididymides and oviducts of the dune lizard, Liolaemus nigromaculatus Kuhlmani, is investigated, to determine productive cicle and to obtain a snout vent pattern length in relation to sexual age. Males and femelles are sexually active after two half years approximately.

Numerosos investigadores han estudiado el ciclo reproductor de los lagartos (Johnson, 1960; Bostic, 1966; Cruce, 1972; Andrews y Rand, 1974). Sin embargo trabajos específicos sobre los iguálidos del género *Liolaemus* son escasos (Pearson, 1954 y fitch, 1970).

Las especies de *Liolaemus* presentan dos modalidades de reproducción: ovovivípara y ovípara. La subespecie que nos preocupa es el de este último tipo (Donoso, 1966).

Nuestro propósito fue investigar el ciclo reproductor mediante el período de maduración gonadal de machos y hembras y los cambios concomitantes que se producen en los testículos, epidídimo, ovarios y oviductos en el transcurso de este ciclo, a la vez que establecer una relación entre longitud hocico-ano y las categorías de edades sexuales.

MATERIAL Y MÉTODO

Las especies *Liolaemus nigromaculatus* tienen un área de distribución que se extiende desde Copiapó hasta Valparaíso, ocupando la Cordillera de la Costa y el Valle Central (Müller y Hellmich, 1933 y Donoso, 1966). La subespecie *Liolaemus nigromaculatus Kuhlmani* fue colectada en las dunas de Con-Con, al norte de la desembocadura del río Aconcagua, entre Mayo de 1974 y Abril de 1975.

Se capturaron 130 ejemplares de ambos sexos, que fueron medidos (longitud hocico-ano) con una precisión de 0,1 mm. por medio de un tornillo Vernier. La extracción de las gónadas y conductos anexos, se realizó en todos los especímenes, siendo pesadas por separado en una balanza electrónica de 0,1 mgr de precisión. Los testículos de cada macho se midieron en largo y ancho con una aproximación de 0,1mm.

El volumen testicular fue calculado por el método descrito por Mayhew (1963). La fijación se efectuó en Bouin acuoso ordinario; los cortes se realizaron a un grosor de 8 micrones y teñidos con hematoxilina y eosina.

* Laboratorio de Ecología, U.de Chile, Casilla 130-, Valparaíso.

Trabajo integrante del proyecto N° 3484, financiado por la Oficina Técnica de Desarrollo Científico y Creación Artística de la Universidad de Chile.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo anual del peso, volumen y diámetro de los testículos de los machos adultos se muestran en la Figura 1. Los testículos son muy pequeños en verano (Enero) y aumentan rápidamente de talla antes de la hibernación. Esto ha sido detectado en los lagartos que tienen ciclo monoestrónico (Bons, 1969). Durante los meses de Invierno continua su crecimiento, pero en forma lenta hasta alcanzar los valores máximos en Septiembre. Esta situación difiere considerablemente de lo que ocurre en *Uma inordata* (Mayhew, 1965) y *Anois carolinesis* (Fox, 1958) que emergen de la hibernación con sus testículos relativamente pequeños. *Liolaemus nigromaculatus kuhlmani* siguen el patrón de muchos lagartos de las regiones temperadas de Norteamérica, como *Sceloporus graciosus* (Woodbury y Woodbury,1945) y *Sceloporus occidentalis* (Wilhoft y Quay, 1961; Goldberg,1974).

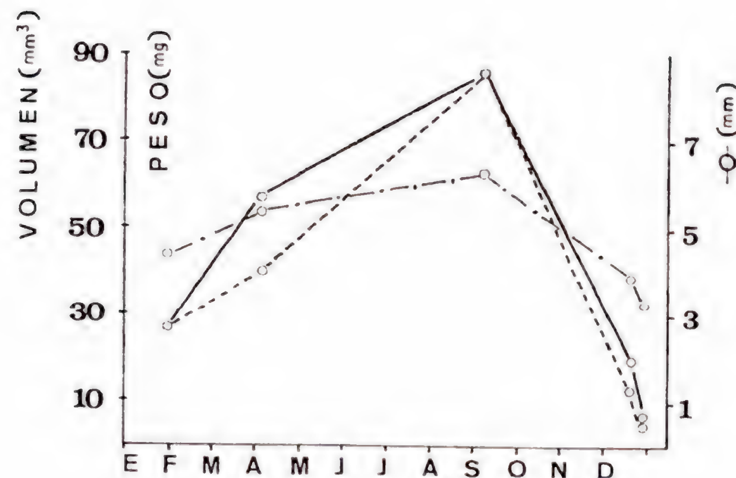


Figura 1: Variación estacional del peso del testículo (mgr.) volumen (mm3) y diámetro mayor (mm.)

El examen histológico de la gónada de los machos indica que la actividad espermatogénica es máxima en Septiembre cuando todos los machos que miden más de 60 mm. de longitud hocico-ano, presentan espermios en los túbulos seminíferos (foto 1-A) y epidídimo (Foto 1-B), que corresponde al estado de 6 de Sexton y col. (1971), el que se prolonga hasta Octubre.

Los individuos machos menores de 60 mm. no presentan sus testículos desarrollados y sus túbulos son de diámetro pequeño, lumen escaso, no presentan espermios y hay una gran cantidad de tejido conectivo entre ellos.(Foto 1-C).

Ciclo reproductor

Después de la fecundación comienza el período post-reproductivo que trae consigo la reducción del calibre de los túbulos gonádicos por acumulación de tejido conectivo entre estos (Foto 1-D y E) y las espermátidas jóvenes, citos I y citos II presentes en los túbulos son arrastrados a las vías deferentes donde degeneran (Bons, 1969).

En otoño antes de entrar en la hibernación comienza la espermatogénesis (Foto 1-F) la que continúa hasta la época reproductiva.

En el ciclo anual de las hembras adultas se observa que durante los meses de otoño e invierno los vioductos están reducidos y permanecen en reposo (foto 2-A). En ellos se observa que la carga mucosa es delgada, poco plegada y las glándulas están libres de secreciones.

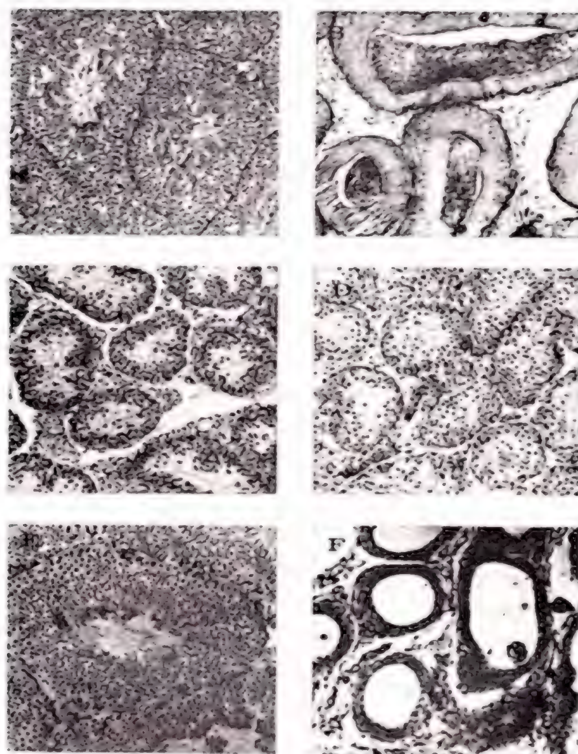


Foto 1: Túbulos seminíferos y epidídimo de *Liolaemus nigromaculata kuhlmani.* A. Plena espermatogénesis en macho adulto (Septiembre).B. Epidídimo con espermios en su interior (Septiembre).C. Macho adulto en Verano (Enero).D. Túbulus semiferos de macho inmaduro (Septiembre). E. Macho adulto con inicio de esparmatogénesis (Mayo).F. Epidídimo de macho adulto en Verano (Enero).

La etapa pre reproductiva en hembras es más corta que en machos ya que ésta dura unas pocas semanas después que sale la hibernación. Esto también ha sido observado por Botte (1973) en *Lacerta sicura.*

Al emerger de la hibernación (Agosto – Septiembre) los oviductos en reposo rápidamente comienza a desarrollarse y en Octubre todos los ovioductos presentan la túnica mucosa muy desarrollada, con gran cantidad de glándulas secretoras y numerosas criptas. Es en este período que tiene lugar el acoplamiento.

Una vez realizada la fecundación hay una mayor acumulación de vitelo en el huevo; en el oviducto las glándulas secretoras ayudan a la formación de la cáscara y la túnica mucosa está muy plegada (Foto 2-C).

Después de la postura que se efectúa entre Diciembre y Enero, los oviductos entran en regresión disminuyendo el espesor de la mucosa y esta se hace lisa (Foto 2-D).

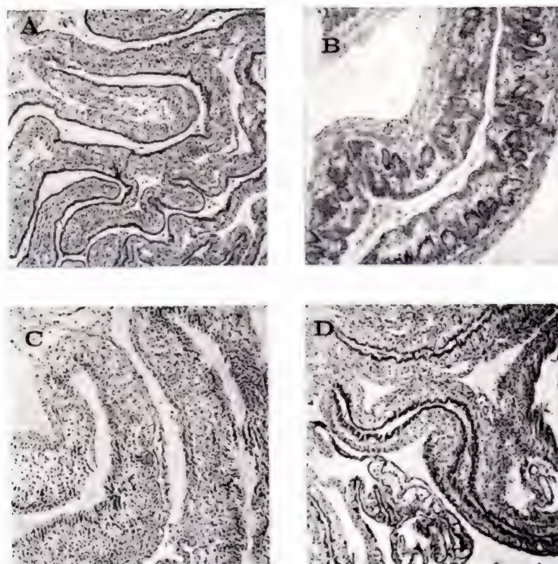


Foto 2: Ovioducto de hembra adulta de *Liolaemus nigromaculatas kuhlmani*. A. Reposo sexual (Mayo). B. En desarrollo (Septiembre). C. Desarrollado plenamente (Noviembre). D. Fase regresiva (Enero).

En las hembras menores de 52 mm de longitud hocico-ano, siempre el oviducto es poco desarrollado, corto, delgado y de paredes lisas.

Los huevos eclosionan entre Febrero y comienzos de Abril. Esta camada no alcanza su madurez sexual en el año ni tampoco al año siguiente, donde sólo llegan a una etapa que hemos definido como juvenil. Sólo alcanzan su madurez sexual en el tercer período reproductivo que corresponde a los dos años y medio de vida.

Al relacionar las observaciones histológicas de las gónadas con la longitud hocico-ano podemos determinar su estado de madurez de la siguiente manera:

Categorías de Edades

Sexo	Infantiles	Juveniles	adultos
Machos	<48 mm.	48-60 mm.	>60 mm.
Hembras	<40 mm.	40-52 mm.	>52 mm.

REFERENCIAS

Andrews, R. y Rand, A.1974. Reproductive effort in anoline lizards. Ecology (55): 1317-1327.

Bons, N. 1969. Le cycle sexuel du male chez Acanthodactylus erythrurus lineomaculatus Dum. Et Bibr. (Sauria, Lacertidae) Bull. Soc. Nat. phys. Maroc. (49): 161-197.

Bostic, D. 1966. A preliminary report of production in the teiid lizard, Cnemidophorus hyperythrus belgingi. Herpetological 22 (2): 81-90.

Botte, V. 1973. Morphology and histochemistry of the oviduct in the lizard, Lacerta sicula. The annual cycle. Boll. Zool. (40): 305-314.

Cruce, M. 1972.Reproducerea la sopirla de iarba (Lacerta taurica taurica Pallas, 1831). St. Si. Cerc. Biol.Serie Zoologie. 24 (3):263-274.

Donoso, R. 1966. Reptiles de Chile. Santiago: Universidad de Chile, 458 p.

Fitch, H. 1970. Reproductive cycles of lizards and snakes. Univ. Kansas. Publ. Mus. Nat. Hist. (52): 1-247.

Fox, W. 1958. Sexual cycle of the male lizard, Anolis caralinensis. Copeia (1): 22-29.

Goldberg, S. 1974. Reproduction in mountain and lowland populations of the lizard Sceloporus occidentalis. Copeia (1):176-182.

Johnson, C. 1960. Reproductive cycle in females of the greater earless lizard, Holbrookia texana. Copeia (4) : 297-300.

Mayhew, W. 1963. Reproduction in the granite spiny lizard, Sceloporus orcutti. Copeia (1): 144-152.

Mayhew, W. 1965. Reproduccion in the sand-dwellig lizard. Uma inortata. Herpetologica (21) :39-55.

Muller, L. y Hellmich, W. 1933. Beitrage zur kenntnis der Herpetofauna Chiles VII.Der rassenkreis des Liolaemus nigromaculatus. Zool. Anz. 103 (5-6) : 128-142.

Pearson, O. 1954.Habits of the lizard Liolaemus multiformis multiformis at High altitudes in Southern Perú. Copeia (82): 111-116.

Sexton, J., Ortleb. E., Hathaway,L., et al. 1971. Reproductive cycles of three species of anoline lizards from the isthmus of Panamá. Ecology (52): 201-215.

Wilhoft, D., y Quay, W. 1961. Testicular histology and seasonal changes in the lizard Sceloporus occidentalis. J. Morph. (108): 95-106.

Woodbury, A. y Woodburry, D. 1945. Life history of the sagebrush lizard Sceloporus graciosus, with special reference to cycles in reproduction. Herpetological (2): 175-196.

NUEVOS ANTECEDENTES DE LA DIETA DE *TYTO ALBA* EN EL PARQUE NACIONAL LA CAMPANA

Trabajo publicado en 1989, volumen 20 (99-101).

Sergio Zunino y Mauricio Arcos

La lechuza, *Tyto alba* (Scopoli), 1769, especie de amplia distribución en el mundo, en Chile se encuentra desde Arica a Isla Navarino viviendo tanto en las ciudades como en el campo. Numerosos estudios se han realizado sobre diversos aspectos de su alimentación. Algunos de ellos describen de manera muy completa la dieta y el tamaño corporal de las presas consumidas (Schamberger y Fulk, 1974; Jaksic et al, 1977; Jaksic y Yañez, 1979, 1980). Menores son las contribuciones acerca de las variaciones dietarias temporales (Cerpa y Yañez, 1981; Torres-Mura y Contreras, 1989).

El objetivo del presente trabajo es conocer la evolución mensual de la dieta de esta ave durante un periodo crítico de su ciclo vital, como es la época de postura y cría.

Para el desarrollo de esta investigación se recolectaron mensualmente egagrópilas en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, en la parte baja del sector Granizo perteneciente al Parque Nacional La Campana (32° 57' S y 71° 08' W). Un mes antes de la primera recolección se eliminaron todos los regurgitados en el área de estudio. Cada una de las egagrópilas fue pesada y medidos su largo y diámetro mayor; los valores medios mensuales fueron comparados con la prueba de la diferencia mínima significante (dms, a un nivel del 5% de significancia).

El peso medio de las presas consumidas por *Tyto alba* fue obtenido de las colecciones de referencia de mamíferos del Museo de Historia Natural de Valparaíso.

De acuerdo a nuestros resultados (Tabla 1), el peso, diámetro mayor y el número de presas no muestran diferencias significativas, lo cual es atribuido a que durante los meses de estudio sólo se observaron animales adultos, los que posteriormente desaparecieron del sector.

El número medio total de presas por egagrópilas (1.31) es muy semejante a los valores señalados para: el Parque Nacional La Campana (Simonetti y Walkowiak, 1979), la precordillera frente a Santiago (Jaksic y Yañez, 1979 y 1980) y la región andina de San Fernando (Torres-Mura y Contreras, 1989).

Las presas consumidas por *T. alba* reconfirman a esta ave como una depredadora fundamentalmente de micromamíferos y de manera especial de roedores (84.2%).

Cifras muy semejantes han sido señalas para Chile Central y Santiago (Jaksic y Yañez, 1979 y 1980) y para la región costera de Valparaíso (Cerpa y Yañez, 1981).

Los antecedentes indican que la Lechuza, a pesar de mostrar una especialización en el consumo de roedores, parece efectuar una selección basadas en el tamaño corporal de las mismas, prefiriendo las de mayor peso *Abrocoma bennetti, Octodon lunatus y Octodon degus*, las que en conjunto significan entre el 38 al 61% de las presas consumidas. Mostrando cierta selectividad en la predación, al consumir mayor cantidad de especímenes de *A. bennetti* y *O. lunatus* que de *O. degus,* a pesar que esta ultima especie presenta densidades poblacionales mucho más altas (Zunino y Sáiz, 1991).

La particular depredación sobre *Oryzomys longicaudatus*, aunque tiene un bajo peso corporal medio y alcanza representaciones de 12.9, 25.8 y 21.4% para los respectivos meses sería producto de su mayor abundancia y por ser la especie que entre todos los cricétidos efectúa mayores desplazamientos (sobre todo en primavera), lo cual la torna más vulnerable a la prelación (Murúa et al, 1982).

Tabla 1: Presas consumidas y valores medios de los parametros de las egagrópilas de lechuza.

PRESAS	**PESO**	**(n)**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**
Marmosa elegans	33	15	4	6	-	10
Octodon degus	144	57	4	2	1	7
Octodon lunatus	169	4	7	4	3	14
Abrocoma bennetti	230	10	8	6	4	18
Akodon olivaceus	26	31	-	1	1	2
Akodon longipilis	50	20	1	-	-	1
Oryzomys longicaudatus	25	22	4	8	3	15
Roedores indt.	--	--	3	2	2	7
Aves	--	--	-	2	-	2
n de presas	-- -	31	31	14	76	
n de egagrópilas	-- -	21	24	13	58	

Egagrópilas

Peso (g)		5.6	4.5	3.4	4.6
Diámetro (mm)		26.9	5.7	24.9	26.7
Largo (mm)		43.5	43.5	42.0	43.2
Presas/Egagrópilas		1.48	1.29	1.08	1.31

Idéntico fenómeno se reconoce para la región precordillerana de Santiago, en donde Jaksic y Yañez (1980) encontraron que en Septiembre la lechuza depreda fuertemente sobre *A. bennetti* (43.4%), a pesar de sus abundancias son muy discretas frente a las de otros componentes de la comunidad de pequeños mamíferos (Jaksic y Yañez, 1978).

En conclusión, *T. alba* se reconfirma como un predador de pequeños mamíferos con selectividad centrada en *A. bennetti, O lunatus y O. longicaudatus*, al menos en la época de postura y cría. Con ello esta ave asegura el aporte energético necesario para cumplir con esta etapa. Si estas especies no están presentes en la cantidad adecuada, la lechuza ejerce su acción sobre especies de reemplazo. Ellas corresponden a animales de menor talla, con lo cual debe aumentar el esfuerzo de caza a fin de completar sus requerimientos.

Nuestros resultados, en comparación con los aportados por Simonetti y Walkowiak (op. cit) para la misma localidad dentro del P.N. La Campana, por causas metodológicas, sólo permiten demostrar que actualmente la lechuza ha diversificado la predación, pasando de 5 a 7 especies. Para ambas oportunidades se reconocen cuatro especies comunes: *A.bennetti, O. lunatus, O. longic audatus* y *M. elegans*. Siendo *A. bennetti* la presa más importante y de valores semejantes, las otras especies presentan notables variaciones porcentuales.

REFERENCIAS

Cerpa, C. y Yañez, J. 1981. Variación estacional de la dieta de Tyto albra (Gray, 1829) en la zona mediterránea de Chile Central. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. (38): 137-146.

Jaksic, F. y Yañez, J. 1978. Variación anual de la composición comunitaria de micromamíferos de Los Dominicos. Not. Mensual. Mus. Nac. Hist. Nat. 23 (247): 10-11.

Jaksic, F. y Yañez, J. 1979. The diet of the barn owl in Central Chile and its relation to the availability of prey. Auk (96): 619-621.

Jaksic, F., Yañez, J., Persico, R. et al. 1977. Sobre la partición de recursos por los Strigiformes de Chile Central. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (10): 185-194.

Murua, R., Gonzalez, L. y Jofre, C. 1982. Estudios ecológicos de los roedores silvestres en los bosques templados fríos de Chile. Pub. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile (38): 105-116.

Schamberger, M. y Fulk, G. 1974. Mamíferos del Parque Nacional Fray Jorge. Idesia (3): 167-179.

Simonetti, J. y Walkowiak, A. 1979. Presas de Tyto alba Gray 1879. (Aves; Strigidae) en el P. N. La Campana. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (12): 89-91.

Torres, J.C. y Contreras, L. 1989. Ecología trófica de la lechuza blanca (Tyto alba) en los Andes de Chile Central. Studies On Neotropical Fauna & Environment (24): 97-103.

Zunino, S. y Saiz, F. 1991. Estructura y densidad poblacional de Octodon degus. Mol Studies On Neotropical Fauna & Environment, 26 (3): 143-1.

EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LOS ENSAMBLES DE VERTEBRADOS, EN LA ZONA DE PUCHUNCAVÍ[*]

Trabajo publicado en 1999, volumen 24 (78-84).

Sergio o. Zunino[**], Guillermo Riveros[***], Claudia Rojo, Carlos Vergara & Paola Yáñez.

ABSTRACT: From creation in 1968 the Refinery of Ventanas Copper, Puchuncaví, V Región, it has issued to the large atmosphere quantities of heavy metals and of sulfurized compounds that they have provoked a constant rain acide. In order to recognizing the effects of these pollutants on the assemble of vertebrates land were compared two areas. One of them, Potrerillos, affected directly by the gaseous emanations of the refinery, and other, Santa Julia, considered as free of the influence of she.

The results permit to demonstrate that the Ventana refinery, through the deposition by more than thirty years of is atmospherical pollutants has provoked certain changes in the assemble of the sector Potrerillos or of direct impact, that are expressed in a setback or decrease of the wealth and diversity of the guilt of vertebrates land of said sector.

Key words: Assemble of vertebrate, Valparaíso, refinery, pollutants effects, diversity.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de ensambles (*sensu Jaksic* 1981) de vertebrados usualmente ha sido explicada sobre la base de la Teoría del Nicho (Hutchinson 1957) y a través de procesos que involucran fenómenos interactivos entre las poblaciones componentes (e.g. competencia, depredación, véase MacArthur 1958, Jackson 1981, Schoener 1983, Marone, 1988). El resultado de estos procesos determinan una organización de la estructura (composición taxonómica, riqueza, abundancia relativa, equitabilidad) del ensamble. Sin embargo, existen ciertos factores exógenos (perturbaciones, entre ellas la contaminación) a la dinámica intrínseca (interacciones) del ensamble, que podrían modificar el resultado de dicha dinámica y expresarse en una estructura distinta a la que se observaría si no operaran dichos factores. Connell (1978), Fox (1979) y Hobbs & Huenneke (1992) han expuesto una de las principales hipótesis que relacionan diversidad con perturbaciones: la "Hipótesis de Perturbación Intermedia", donde la mayor diversidad de especies se encuentra en sistemas que tienen frecuencias e intensidades intermedias de perturbaciones. En su defecto, las variaciones extremas de frecuencia y tamaño de una perturbación, podrían aumentar o disminuir el número de especies a escala local así como sus abundancias poblacionales.

Los problemas generados por la contaminación atmosférica se traducen en la deposición acídica y de los metales pesados, los cuales afectan directa o indirectamente a la salud humana, agricultura, pesca, silvicultura, edificios y estructuras, fauna y flora silvestre. La acción de estos contaminantes alteran de diferente manera al dinamismo propio de los sistemas biológicos (individuo, población, comunidad, ecosistema y biosfera); y cuyas respuestas dependen de las resistencias que cada uno de éstos opongan, así como del tiempo y de la magnitud de exposición a los agentes y a la naturaleza de éstos.

---

[*] Perteneciente a proyecto CNEI 12-93, Universidad de Playa Ancha.
[**] Museo de Historia Natural de Valparaíso. Condell 1546. Casilla 3208, Correo 3, Valparaíso.
[***] Universidad de Playa Ancha, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Casilla 34-V, Valparaíso

De las numerosas emisiones liberadas a la atmósfera, el bióxido de azufre (SO_2) es un gas producido en particular por las refinerías de cobre. Debido a su alta solubilidad en agua es responsable de la lluvia ácida y al igual que sus otras formas, es un compuesto tóxico para la vegetación. A pesar de ello, el SO_2 en muy bajas concentraciones es un elemento esencial para el metabolismo de las plantas pues es un importante componente de los aminoácidos, proteínas y algunas vitaminas. Los requerimientos de sulfuros por las plantas pueden ser tomados directamente de la atmósfera, pero si la concentración aumenta más allá de cierto nivel crítico (250 ppm en los tejidos vegetales), la fotosíntesis, respiración y otros procesos celulares fundamentales son alterados. Al respecto Guzmán et al. (1985) han señalado cambios en las comunidades de líquenes por efecto de la contaminación atmosférica.

Por otra parte el depósito de SO_2 en el suelo provoca alteraciones de sus características, tales como: acidificación, empobrecimiento de los nutrientes a causa del aumento de la solubilidad y lixiviación, cambios en la microflora del suelo debido al aumento de la acidez y producción de elementos tóxicos bajo condiciones de acidez. La concentración de éste bajo condiciones normales es de 1:10.000 del total del SO_2 presente en el agua (Malhotra y Blauel, 1980).

Las refinerías de cobre son uno de los ingenios productores de grandes cantidades de SO_2 y, además arrojan una gran cantidad de polvo que posee numerosos metales pesados (As, Cd, Cu, Fe, etc.) que se depositan en el medio y que pueden ingresar a los diferentes ciclos tróficos de vegetales y animales, los cuales en último término bioacumulan en los humanos (Cassorla et al. 1983). Algunos de ellos pueden ocasionar daños significativos al metabolismo, tejidos, órganos o inducir malformaciones congénitas (Sanlés, 1988).

La Quinta región posee dos grandes refinerías de cobre: Ventanas (inaugurada en 1966), en la costa cercana a Quintero, la cual forma parte del complejo industrial homónimo, en conjunto a la termoeléctrica de Chilectra (inaugurada en 1964) y Chagres a casi 60 Km al interior de la costa, en pleno valle del Aconcagua, próxima a Llay-Llay. Producto del material particulado y gaseoso liberado por éstas se evidencia que hay cierto deterioro ambiental, relacionado a procesos de erosión; desaparición de la masa ganadera, caída de la producción agrícola hasta en un 85% y a un cuadro clínico sufrido por 450 cabezas de ganado vacuno al consumir vegetales cubiertos con altas concentraciones de metales pesados (Cornejo et al. 1983, Parada et al. 1985). Por su parte González (1986), González y Bergqvist (1985 a, b y 1986) y González et al. (1984 y 1985) han señalado modificaciones o alteraciones en plantaciones, cultivos agrícolas y suelo. Aunque Mella et al. (1985) estiman que los contenidos de metales pesados en Catemu (Zn, Mo, Cd, Pb y As) se encuentran dentro de los límites considerados como normales para los suelos y tejidos vegetales.

De acuerdo a ello se podría suponer que el ensamble actual de los vertebrados de un sector de Puchuncaví presentaría alteraciones como resultado de estar sometida, por largo tiempo, a una atmósfera o entorno con una mayor concentración de gases, sulfuros y/o metales pesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para verificar o rechazar este planteamiento se eligieron dos áreas. Una de ellas llamada zona de impacto la cual está constantemente afectada por los vientos de dirección SW (Naveas et al. 1983) que arrastran los humos del complejo, cuyos constituyentes van precipitando de acuerdo a sus densidades. La zona de estudio seleccionada está en la localidad de Potrerillos, distante 5 KM, en línea recta, al norte del complejo industrial. La zona de comparación o de control, considerada como más libre de la influencia de la contaminación atmosférica, se encuentra en el sector de Santa Julia, ubicada a 4 Km al sur del complejo. En ambas zonas se realizaron muestreos para establecer la composición del ensamble de vertebrados terrestres (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos).

Las observaciones de la fauna de vertebrados se realizaron durante cuatro días consecutivos en los meses de Abril, Julio y Octubre de 1995, dentro de un área cercana a las 6 hectáreas para ambos sectores. El reconocimiento de la fauna de herpetozoos fue realizado mediante la captura manual de ejemplares, a través de la observación directa, o por sus cantos en el caso de los anfibios. Las aves fueron reconocidas por sus cantos y/o por observación directa con la ayuda de binoculares. Y los mamíferos fueron identificados mediante la captura por trampas de golpe dispuestas al azar y por sus signos o huellas. A los ensambles de vertebrados identificados en ambos sectores se les calculó la diversidad (H') y la equitabilidad (J').

RESULTADOS

Sector impacto: Potrerillos (32°40S; 71°23 W)

Ubicada en una ladera de exposición sur, a 170 m.s.n.m., cuyo extremo sur se encuentra flanqueado por una pequeña hondanada provista de una vertiente de agua. Vegetacionalmente toda el área corresponden a un matorral degradado muy pobre, de escaso desarrollo y con fuerte intervención humana y de ganado. Constituído en gran medida, más del 80%, por *Baccharis linearis* (Romero), acompañado por matorrales aislados de *Muehlenbeckia hastulata* (Quilo), escasos ejemplares *Lobelia tupa (*Tabaco del Diablo) y *Cestrum parqui* (Palqui); es estrato arbóreo igualmente pobre, se encuentra conformado por poquísimos renovales de *Peumus boldus* (Boldo), *Schinus latifolius* (Molle) y *Lithraea caustica* (Litre). En la quebrada, por la mayor disponibilidad de agua el estrato arbóreo es bastante alto y más desarrollado y está constituido por *Aristotelia chilensis* (Maqui) y *Myrceugenia* sp (Petra). El estrato herbáceo deja amplias zonas desnudas entre los matorrales, aunque es algo más abundante bajo los árboles. La cobertura vegetacional de toda el área oscila entre 40 y 50%.

Sector Control: Santa Julia (32°50 S; 71°40 W)

Esta área se encuentra en una ladera de exposición Sur – Este, a 40 m.s.n.m. con fuerte modificación humana y por ganado. Está caracterizado, al igual que el sector impacto, por un matorral de *Baccharis linearis* (Romero) bastante denso y de altura entre 1 a 1,5 m, que se encuentra acompañado secundariamente por ejemplares aislados de *Muehlenbeckia hastulata* (Quilo). Además de unos pocos ejemplares de *Rubus ulmifolius* (Zarzamora) y *Colliguaya odorífera* (Colliguay). Los escasos árboles son poco desarrollados y están representados por: *Peumus boldus* (Boldo), *Schinus latifolius* (Molle) y *Acacia caven* (Espino). Todo el piso está cubierto por un desarrollado tapiz herbáceo que cubre el 100% del suelo.

Entre ambos sectores se observaron 47 especies de vertebrados terrestres, que representan a: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. De éstas, 40 especies se encuentran en el sector Control con 14 especies exclusivas y 33 especies en el Impacto de las cuales sólo 7 son exclusivas. Las clases de vertebrados en ambas áreas, siguen el patrón de abundancia general del país, las aves son las mejor representadas (32 y 25 sp); luego los mamíferos (4 y 6 sp); continúan los reptiles (2 sp en cada sector) y, finalmente los anfibios (sólo presentes en el control) (Tabla 1).

El sector Impacto, se caracteriza por la ausencia total de anfibios; entre los reptiles por la presencia de la lagartija *Liolaemus tenuis* y la ausencia de culebras de cola larga, *Philodryas chamissonis*. Desde el punto de vista de la comunidad de aves, se identificaron tres especies propias, aunque presentes solo en el muestreo de Julio, *Buteo polyosoma*, *Pteroptochos megapodius* y *Scytalopus magellanicus*. Con respecto a los mamíferos, se destaca la presencia de roedores miomorfos (*Olygoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotis darwini*) y la ausencia de histricomorfos *(Spalacopus cyanus)* (Tabla 1).

Tabla 1: Vertebrados presentes en los sectores de estudio.

	CONTROL				IMPACTO			
ANFIBIOS	Abril	Julio	Oct.	TOTAL	Abril	Julio	Oct.	TOTAL
Pleuderma thaul	X		X	X				
Caudiverbera caudiverbera	X			X				
	2	0	1	2	0	0	0	0
REPTILES								
Liolalemus lemniscatus	X	X	X	X	X	X	X	X
Liolalemus tenuis							X	X
Philodryas chamissonis	X		X	X				
	2	1	2	2	1	1	2	2
AVES								
Nothoprocta perdicaria		X	X	X	X			X
Egretta thula			X	X				
Coragyps atratus			X	X			X	X
Elanus leucurus		X		X				
Geranoaetus melanoleucus		X	X	X			X	X
Buteo poyosoma								
Milvago chimango	X	X	X	X	X	X	X	X
Falco sparverius	X	X		X				
Callipepla californica			X	X	X		X	X
Vallenus chilensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Zenaida auriculata		X	X	X			X	X
Columbina picui	X	X	X	X		X		X
Sephanoides galeritus	X			X	X	X		X
Colaptes pitius			X	X				
Pteroptochos megapodius						X		X
Scytalopus magellanicus						X		X
Pyrope pyrope		X		X		X		X
Anairetes parulus		X		X		X		X
Leptastenura aegithaloides	X	X	X	X		X		X
Muscisaxicola macloviana	X	X		X		X		X
Troglodytes adeon	X	X	X	X	X	X	X	X
Diuca diuca	X	X	X	X		X	X	X
Phytotoma rara		X		X				
Tachycineta leucopyga	X	X	X	X		X	X	X
Turdus falcklandii	X	X	X	X		X	X	X
Mimus thenca	X	X	X	X	X	X	X	X
Sicalis luteola		X		X				
Zonotrichia capensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Molothrus bonariensis		X		X				
Curaeus curaeus	X	X	X	X		X	X	X
Sturnella loyca	X	X	X	X		X		X
Phrygilus unicolor		X		X				
Phrygilus fruticeti		X	X	X			X	X
Phrygilus alaudinus		X		X				
Carduelis barbatus		X	X	X				
	15	27	21	32	8	19	14	25
MAMIFEROS								
Oligoryzomys longicaudatus					X		X	X
Abrothrix olivaceus					X		X	X
Phyllotis darwini					X	X	X	X
Spalacopus cyanus	X	X	X	X				
Canis culpaeus	X	X	X	X	X	X	X	X
Lepus capensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Oryctolagus cuniculus	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	4	4	4	6	4	6	6

Tabla 2: Valores e índices ecológicos para sectores de estudio.

IMPACTO / CONTROL	**ABRIL**	**JULIO**	**OCTUBRE**	**TOTAL**
RIQUEZA	17 / 23	24 / 32	22 / 28	33 / 40
DIVERSIDAD (H')	1.39 / 1.88	1.96 / 2.62	1.80 / 2.29	2.70 / 3.27
EQUITABILIDAD (J')	0.49 / 0.59	0.61 / 0.75	0.58 / 0.68	0.77 / 0.88

Los ensambles de vertebrados identificados en ambos sectores difieren en cuanto a su composición de especies, reconociéndose solo 26 especies comunes, la zona de control presenta 14 especies propias y 7 la zona de impacto (Tabla 1). Otro de los antecedentes que marcan estas diferencias son los índices de diversidad y equitabilidad (Tabla 2), que demuestran que el ensamble del sector control es más diversa en especies (H'= 3,27) y tiende a una diversidad máxima en cuanto a la presencia de especies, según J' = 0.88 en cambio en el impacto estos valores son inferiores en ambos casos. Estas diferencias también se manifiestan para cada uno de los muestreos realizados para los dos ensambles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Las riquezas de las zonas de Impacto y Control tienden a ser mayores en el Control, a pesar que la vegetación del Impacto es más diversa en especies y en estratos; en cambio el control es más homogéneo y menos rico. La ausencia de anfibios en el sector de Impacto es un punto destacable, pues en esta zona hay un cuerpo de agua, una vertiente de caudal constante que corre por el fondo de una pequeña quebrada y que está protegida por abundante vegetación arbórea y arbustiva. La falta de anfibios puede ser causada por una condición ambiental anómala, como sería la alta concentración de metales pesados en el medio (González y Bergqvist, 1958a), que estaría afectando la reducción de insectos que imposibilita sostener poblaciones detectables de depredadores, como el caso de la ausencia de la culebra de cola corta.

Las aves son el grupo más representativo en ambos sectores, aparte de ser el grupo natural de vertebrados más abundante, se debería a que ellas están menos circunscritas territorialmente por el hecho de volar, con respecto a las otras clases.

La mayor riqueza de mamíferos en el Impacto, es ocasionada, en especial por los roedores miomorfos. Estas especies a diferencia de los histricomorfos, se caracterizan por presentar una amplia valencia ecológica, que les permite ocupar una amplia diversidad de ambientes, algunos con alta modificación y contaminación, como ha sido señalado para comunidades de mamíferos en la VIII región del país (Zunino, com. Pers.).

Finalmente se puede agregar a las evidencias de los respectivos grupos de vertebrados encontrados que los ensambles de estos difieren en composición, riqueza, diversidad y equitabilidad; siendo la comunidad control la más diversa a pesar que la vegetación lo es menos. Esto avalaría efecto de la contaminación sobre nuestra fauna nativa.

En conclusión los resultados permiten evidenciar que las emanaciones del complejo industrial de Ventanas, Puchuncaví, han generado cambios en la organización de los ensambles de vertebrados del sector de Impacto, originados por agentes contaminantes, elementos particulados y gaseosos, que habrían provocado un retroceso o disminución de los ensambles de vertebrados en dicha área.

REFERENCIAS

Cassorla, V., Aveggio, F., Rojas, E. et al. 1983. Determinación de niveles de elementos traza en cabellos humanos de poblaciones de la V región. I Enc. Cient. Medio Ambiente, La Serena, 2 (SAL): 36-40.

Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science (199) :1302-1310.

Cornejo, R., Lopez, C. y Romano, M. 1983. Determinación de contaminantes de origen industrial en sedimento atmosférico en la zona de Quintero. V región. Tesis de Química y Farmacia. Valparaíso: Universidad de Valparaíso, 183 pp.

Fox, J. 1979. Intermediate-disturbance hypothesis. Science (204) :1344-1345.

Gonzalez, S. 1986. Contenido natural de metales pesados extraíbles con EDTA en suelos del Valle Aconcagua. Agricultura Técnica 46 (3): 323-327.

Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1985 a. Evidencias de contaminación con metales pesados en Puchuncaví (Prov. Valparaíso, V región). IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 21-23.

Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1985 b. Suelos contaminados con metales pesados. Efectos sobre el desarrollo vegetal. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 24-26.

Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1986. Evidencias de contaminación con metales pesados en un sector del secano costero de la V región. Agricultura Técnica 46 (3): 299-306.

Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1984. Contaminación de un área vecina a una fundición de Cobre; Catemu, V región. Agricultura Técnica 44 (1): 63-68.

Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1985. Evidencias de contaminación con metales pesados en Catemu, V región. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 27-30.

Guzman, G., Hidalgo, C., Ponce, G., et al. 1985. Utilización de líquenes como bioindicadores de contaminación. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 31-32.

Hobbs, R. y Huenneke, L. 1992. Disturbance, Diversity, and Invasion: implications for conservation. Conservation Biology (6): 324-333.

Hutchinson, G. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology (22): 415-427.

Jackson, J. 1981. Interspecifics competition and species distribution: the ghosts of theories and data past. American Zoologist (21): 889-901.

Jaksic, F. 1981. Abuse and misuse of the term “guild” in ecological studies. Oikos (37): 397-400.

MAC Arthur, R.H. 1958. Population ecology of some warblers in northeastern coniferous forests. Ecology (39): 599-619.

Malhotra, S. y Blauel, R. 1980. Diagnosis of air pollutant and natural stress symptoms of forest vegetation in western. Canada: Northern Forest Res. Centre, 84 pp.

Marone, L. 1988. Acerca de la conservación de la naturaleza y la teoría ecológico – evolutiva. Revista Chilena de Historia Natural (61): 11-18.

Mella, L., Delpiano, R. y Valdes, A. 1985. Metales pesados en suelos y tejidos de la comuna de Catemu. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 41-44.

Naveas, C., Tiemann, R. y Rosas, J. 1983. Análisis estadístico del potencial eólico en la V Región. II Simposio Interuniversitario de Energía. Santiago: Universidad de Santiago de Chile.

Parada, R., Gonzalez, S. y Bergqvist, E. 1985. Un caso de contaminación eólica en un fundo de Valle Alegre. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, (1): 48-50.

Sanles, C. 1988. El río Bío-Bío como fuente de abastecimiento en agua destinada al consumo humano. Programa Cuenca del Bío-Bío. Concepción: Universitaria, pp. 71-78.

Schoener, T. 1983. Field experiments on interspecific competition. American Naturalist (122):240-285.

ESPECIAL TRAYECTORIA

Dr. Jorge Redón Figueroa



Profesor de Botánica de la Universidad Viña del Mar, Profesor emérito de la Universidad de Chile (Facultad de Ciencias) y de la Universidad de Valparaíso; cofundador de la primera Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente en Chile (Universidad Viña del Mar, 1993), Licenciado y Pedagogo en Biología y Ciencias de la Universidad de Chile, sede Valparaíso y Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Würzburg, Alemania.

Activo investigador de la Región de Valparaíso, ha especializado su conocimiento en el estudio de la liquenología, botánica, ecología vegetal, bentos rocoso costero, gestión ambiental, desarrollo sustentable y aprendizaje significativo.

Su trabajo intelectual se expresa desde su enseñanza en el aula universitaria, como también por sus más de 40 publicaciones en revistas científicas nacionales y extranjeras, aportando a la literatura científica tres libros, "Líquenes Antárticos" (1985), "Flora y vegetación de la cuenca del Estero de Viña del Mar, 5ª Región, Chile". (2003) y "Módulos y propuestas para el mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales y Matemática" (2007). Así mismo fue un activo participante en numerosos congresos nacionales e internacionales, miembro permanente del Grupo Latinoamericano de Liquenólogos, participante en numerosas excursiones de investigación botánica y ecológica, en Chile, la Antártica y el extranjero.

Dentro del conocimiento proporcionado por Jorge Redón, destacan sus más de 20 años dedicados a la investigación de los líquenes chilenos y antárticos de Chile, junto con el estudio de la ecofisiología de líquenes en el Parque Nacional de Fray Jorge ubicado en la Región de Coquimbo. Ante esto y como resultado de su dedicación en el estudio del área de la botánica, los científicos del The Fiel Museum de Chicago, el año 2013 le otorgaron el nombre de "Redonographa" a un nuevo género de líquenes descubierto, generando así una nueva categoría taxonómica que será utilizada a nivel mundial por los especialistas en líquenes, en honor al trabajo intelectual del Dr. Jorge Redón, quien ha velado por la actualización constante del conocimiento de líquenes a través sus continuas investigaciones.

El estudio de las líneas de investigación que aborda el Dr. Jorge Redón han contribuido a esclarecer el comportamiento de las especies de líquenes bajo distintas condiciones ambientales, aportando de manera directa al conocimiento científico de la Región de Valparaíso, Chile y el mundo.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS DESTACADOS DE JORGE REDÓN PUBLICADOS EN LOS ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

Redón, J. 1972. Líquenes de la región de Cachagua y Zapallar, provincia de Aconcagua, Chile. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (5):105-115.

Redón, J. 1974. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales". Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (7): 169-226.

Redón, J., Quilhot, W. y Zuñiga, E. 1975. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional Fray Jorge. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (8): 51-57.

Redón, J. 1976. Fitogeografía de los Líquenes Chilenos. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. (9): 7-22.

Soto, M. A., Quilhot, W. y Redón, J. 1976. Contribución al Conocimiento Químico del genero Lecanactys Pseudamilacea. Redón et Foll. (Orden Arthoniales, Fam. Lecanactidacea). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. (9): 181-182.

Redón, J. y Quilhot, W. 1977. Los Líquenes de las islas de Juan Fernandez I: Estudio preliminar. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. (10): 15-26.

Redón, J. y Walkowiak, A. 1978. Estudio Preliminar de la Flora Liquenica del parque Nacional "La Campana". I: Resultados Sistemáticos. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. (11): 19-36.

LÍQUENES DE LA REGIÓN DE CACHAGUA Y ZAPALLAR, PROVINCIA DE ACONCAGUA, CHILE

Trabajo publicado en 1972, volumen 5 (105-115).

Jorge Redón F*

ABSTRACT: Eighty five species are recorded of lichens from Cachagua and Zapallar, Prov. Aconcagua, Central Chile, and their distribution is noted in connection with ecological and sociological factors. The composition of the flora in relation to other areas of Chile is briefly discussed.

INTRODUCCIÓN

En el año 1945 apareció en la *Revista de Historia Natural* el trabajo póstumo del Dr. Federicho Johow (1859 – 1933), "Flora de Zapallar". Esta obra realizada en forma muy completa, representa un gran aporte al conocimiento de la flora fanerógrama de esta región. En él se citan diez especies de líquenes. Esto constituye el único aporte realizado en favor de la flora liquénica para esta región. Este hecho movió al autor a efectuar una revisión sistemática de colecciones liquénicas hechas por él mismo y colaboradores (Redón 1966, 1967; Redón y Keuck 1969; Keuck 1971, 1972). Estas colecciones pertenecen al Herbario del Departamento de Biología de la Universidad de Chile, Valparaíso. Se revisaron también algunos ejemplares de la Colección Follmann depositada en el Museo de Historia Natural de Kassel, Alemania.

La zona ubicada entre Zapallar y Cachagua presenta un particular interés desde el punto de vista botánico y especialmente liquenológico. Las quebradas húmedas, situadas muy cerca de la costa (oasis de neblina) albergan una rica flora, en la que es posible encontrar algunos elementos relictuales. Esta condición, por lo tanto, nos permitirá efectuar comparaciones ecológicas, sociológicas y sistemáticas con otros relictos de neblina ubicados más al norte, tales como, Fray Jorge-Talinay (Follmann y Redón 1972) y Cerro Moreno (Follmann 1967). Algunas especies se presentan también en el sur de Chile. Por otra parte, los líquenes que se desarrollan sobre rocas costeras, se encuentran también en la zona litoral del Norte Chico y Grande.

En la zona intermedia, entre las quebradas húmedas y la costa, es posible observar comunidades epifíticas que son representativas de la zona central.

Es necesario destacar que la lista de líquenes aquí presentada no puede considerarse definitiva. Solamente el estudio reiterado que se realice a futuro, permitirá conocer en forma más completa la flora liquénica de esta región.

* Departamento de Biología, Universidad de Chile, Valparaíso.
z. Z. Naturkundemuseaum der Stadt Kassel, Steinweg 2, Alemania.

ZONA. Habitat: La región situada entre Zapallar y Cachagua se ubica aproximadamente en la latitud de 32° 30' S y ocupa un área de unos 15 km2. En su mayor parte está constituída por cerros y quebradas, cuyas bases llegan hasta el mar.

La costa es principalmente rocosa con algunas playas arenosas intermedias. Es posible observar la presencia de varias terrazas marinas, que se extienden desde Coquimbo hasta Quintero y que se sitúan entre 16 y 140 m. Durante el terciario superior toda esta región se encontraba ocupada por un mar plioceno, apareciendo islas, que corresponden a algunos cerros costeros de baja altura en la actualidad. A comienzos del pleistoceno se produjeron solevantamientos costeros y/o fenómenos de eutatismo, con los consiguientes retrocesos del nivel del mar a su línea actual.

El basamento rocoso y gran parte de los afloramientos corresponden a granodiorita, posiblemente de edad cretácica.

Macroclima: De acuerdo a la clasificación de Koeppen, el clima de la región corresponde a "templado-cálido con estación seca prolongada (Cs B1-9)". Las precipitaciones alcanzan un promedio de aproximadamente 400 mm anuales. Las neblinas son muy frecuentes en esta zona y a veces se mantienen varios días dentro de quebradas y alrededor de los cerros, aumentando considerablemente la cantidad de agua asimilable por las plantas. Este factor es uno de los principales, en cuanto al origen de las condiciones microclimáticas que permiten la conservación de algunos elementos relictuales.

La temperatura media anual oscila alrededor de 14°C.

Vegetación superior: El círculo de vegetación de Chile central está caracterizado por comunidades esclerófilas de la Clase *Lythraeo-Cryptocaryetea Oberd.* (Oberdorfer, 1960). En un sentido más amplio, esta región puede ubicarse dentro del "Hartlaubgebiet" o zona de vegetación esclerófila (Schmithüsen, 1956).

Las quebradas húmedas, tales como Qda. del Tigre, Qda. de la Magdalena o Qda. de los Manantiales, se caracterizan por una abundante vegetación, en que sobresalen formas arbóreas: *Aextoxicon punctatum* R. et Pavon (tique), *Myrceugenia exsucca* (DC.) Berg. (petra) y *Beilschmiedia mierssii (Gay)* Kosterm (belloto). En las partes más secas aparece el típico bosque esclerófilo: *Cryptocaria alba (*Mol.) Looser (peumo), *Peumus boldus* Mol. (boldo), acompañado de diversas especies de arbustos y matorrales. En las cercanías del mar abundan representantes de Cactaceae y Bromeliaceae. También existen, cerca de la costa, algunos elementos introducidos, como coníferas y eucaliptus.

RESULTADOS

Sistemática: Los líquenes han sido ordenados taxonómicamente, de acuerdo al criterio de Hale (1967), el cual está basado hasta el nivel de Orden en el sistema adoptado por Dennis (1960) para los Ascomycetes británicos. Este sistema descansa, a su vez, en los conceptos de Mannfeldt (1932) modificados por Lutrell (1955).

Familia LICHENACEAE
Pterygiopsis foliácea HENSS

Familia COLLEMATACEAE
Leptogium azureaum (ZWANS) MONT

Familia PELTIGERACEAE
Nephroma gyelnikii (RAS) LAMB
Peltigera canina (L) WILLD

Familia STICTACEAE
Pseudocyphellaria crocata (L) WAIN

Familia CHRYSOTHRYCACEAE
Byssocaulon niveaum MONT
Chrysothryx nolitangere MONT

Familia GRAPHIDACEAE
Graphis brevissima FEE
Graphis follmannii DODGE
Graphis lineola ACH
Graphis sauroidea LEIGHT
Graphis zapallarensis DODGE

Familia GYLECTACEAE
Coenogonium patagonicum MÜLL. ARG

Familia LECIDEACEAE
Bacidia multilocularis (MÜLL. ARG.) ZAHLBR
Bacidia vulgate MALME
Catillaria coquimbensis ZAHLBR
Lecidella carpathica KOERB
Rhizocarpon obscuratum (ACH) MASS

Familia STEREOCAULACEAE
Stereocaulon albicans FRIES

Familia CLADONIACEAE
Cladonia chlorophea (SOMM) SPRENG
Cladonia scabriuscula (DEL) LEIGTH

Familia PERTUSARIACEAE
Lecanidium subvelatum (RAS) DODGE
Pertusaria columnaris MALME

Familia LECANORACEAE

Candelariella mendozae (RAS) DODGE
Haematomma puniceum (SWANS) MASS
Omphalodina johowii FOLL et REDON

Familia PARMELIACEAE

Parmelia acariospora ZAHLBR
Parmelia congensis STEIN
Parmelia conspersa (ACH) ACH
Parmelia flaventior STIRT
Parmelia microspora MÜLL. ARG
Parmelia perlata (HUDS) ACH
Parmelia pseudoreticulata TAV
Parmelia reticulata TAYL
Parmelia sorocheila WAIN
Familia USNEACEAE
Usnea rubicunda STIRT. *var. primaria* MOT

Familia RAMALINACEAE

Ramalina sulcatula NYL

Familia BUELLIACEAE

Buellia coquimbensis DODGE
Buellia fuscocinerea JATTA
Buellia fuscula (NYL) JATTA
Buellia jorgensis ZAHLBR
Buellia sordidula JATTA
Buellia stellulata (TAYL) MUDD
Buellia verruculosa (SOMR) MUDD

Familia PHYSCIACEAE

Heterodermia galactophylla (TREV) CULB
Heterodermia multiciliata (KUR.) FOLLM. et REDON
Heterodermia neoleucomelaena (KUR) FOLLM. et REDON
Physcia albicans (PERS) THOMS

Familia TELOSCHISTACEAE

Caloplaca festiva (ACH) ZWACH
Caloplaca herbidella (RAS) DODGE
Caloplaca microphylla HUE.
Caloplaca pyracea (ACH) FRIES
Caloplaca selkirkii ZAHLBR.
Caloplaca thysanodes STIRT
Candelariopsis chilena DODGE.
Teleschistes caespitosus (MÜLL. ARG.) POEL
Xanthoria parientina (L) FRIES

Familia PYRENULACEAE

Pyrenula cerina (FEE) ESCHW

Familia STRIGULACEAE

Strigula elegans (FEE) MÜLL. ARG. var. *stellata* (NYL et CROMB.) SANT

Familia ARTHONIACEAE

Arthonia atacamensis FOLLM
Arthonia australis (ZAHLBR) DODGE
Arthonia austrolitoralis FOLLM

Arthonia octolocularis WAIN
Arthothelium follmannii DODGE
Arthothelium halophilum FOLLM
Arthothelium pacificum FOLLM
Arthothelium tigrense DODGE

Familia ARTHOPYRENIACEAE
Melanothecopsis follmannii DODGE

Familia LECANACTIDACEAE
Lecanactis amylaceae (EHRH) ARN

Familia OPEGRAPHACEAE
Chiodecton follmannii RIEDL
Enterographa albinea (NYL.) DODGE
Minksia chilensis (DODGE) REDON et FOLLM
Opegrapha decussata DODGE
Opegrapha follmannii DODGE
Opegrapha zapallarensis DODGE

Familia ROCCELLACEAE
Dirina limitata NYL.
Dirina lutosa ZAHLBR.
Dirinastrum chilenum DODGE.
Ingaderia pulcherrima DARB.
Lobodirina cerebriformis (MONT.) FOLLM.
Lobodirina mahuiana FOLLM.
Roccella arboricola FOLLM.
Roccella portentosa (MONT.) DARB.
Roccellaria mollis (HAMPE) ZAHLBR.
Roccellaria condensate DARB.

Ecología: Las asociaciones liquénicas que se desarrollan sobre las rocas costeras, en su parte más baja (entre 1 a 10 m.s.n.m.), presentan una marcada halofilia, higrofilia, nitrofilia y relativa neutrofilia. Los sustratos preferidos son diorita, granito, peridotita, filitas y porfiritas. La inclinación del sustrato es por lo general alta y fluctúa entre 70 y 100°. Desde el punto de vista de la luminosidad, pueden considerarse estos líquenes, en su mayoría, fototolerantes y esquiofíticos. Las especies más características pertenecientes a estas comunidades son: *Arthothelium pacificum* Follm., *A. halophilum* Follm., *Arthonia austrolitoralis* Follm., *Dirina limitata* Nyl, entre las formas crustáceas. *Lobodirina cerebriformis* (Mont.) Follm., semicrustácea; *Roccella portentosa* (Mont.) Darb., fruticuloso y *Pterygiopsis foliaceae* Henss., semifructiculoso.

Por encima de este cinturón es posible observar otras comunidades saxícolas ubicadas entre 10 y 50 m.s.n.nm., con menor grado de higrofilia y halofilia y mayor fototolerancia: *Buellia stellulata* (Tayl.) Mudd., B. *verruculosa* (Somr.) Mudd., (ambas ombrófilas), *Caloplaca herbidella* (Ras.) Dodge, C. *pyracea* (Ach.) Fries, *Candelariopsis chilensis* Dodge, *Catillaria coquimbensis* Zahlbr., *Candelariella mendozae* (Ras.) Dodge, *Rhizocarpon obscuratum* (Ach.) Mass., *Minksia chilensis* (Dodge) Redón et Follm. y *Omphalodina johowii* Follm. et Redón.

Las comunidades epifíticas que crecen sobre arbustos y espinas de cactáceas, son por lo general, crustáceas o filamentosas. Muestran una marcada fototolerancia, xerofilia, aerofilia, acidofilia y ligera coniofilia, nitrofilia y fostatofilia. Representantes de este grupo son: *Chrysothryx noli-tangere* Mont., sobre espinas de cactus; *Heterodermia multicicliata* (Kur.) Follm. et Redón; H. *neoleucomelaena* (Kur.) Follm. et. Redón; *Roccellina condensata* Darb.; *Roccellaria mollis* (Hampe) Zahlbr., *Usnea rubicunda* Stirt. var. *Primaria* Mot.

En la cercanía de la costa, sobre corteza, ramas y a veces también frutos de *Cupressus macrocarpa* L. y *Pinnus radiata* D. Don., se encuentran asociaciones con marcada acidofilia, ombrofilia e higrofilia, constituídas por: *Arthonia australis* (Zahlbr.) Dodge, *Arthothelium follmannii* Dodge, *Graphis follmannii* Dodge, *Opegrapha decussata* Dodge y *Parmelia perlata* (Huds.) Ach.

La vegetación liquénica epifítica propia de las quebradas húmedas, por encima de los 100 m.s.n.m., está constituída por variadas comunidades. Entre ellas se observan: sobre *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm (belloto), *Bacidia multilocularis* (Müll. Arg.) zahlbr., *B. vulgata* Malme, *Byssocaulon niveum* Mont., *Lecanactis amylacea* (Ehrh.) Arn., *Pyrenula cerina* (Fee) Eschw., *Arthonia octolocularis* Wain., *Arthothelium tigrense* Dodge y *Haematomma puniceum* (Swnas.) Mass. Sobre las hojas de este mismo árbol crece *Strigula elegans* (Fee) Müll. Arg. Var. *Stellata* (Nyl. et Cromb.) Sant., la única especie epifila conocida para esta región. Sobre corteza de *Myrceugenia exsucca* (Dc.) Berg.: *Coenogonium patagonicum* Müll. Arg. y *Graphis follmannii* Dodge. Colgando de ramas de árboles, en las partes más bajas de las quebradas: *Ramalina sulcatula* Nyl. y *Roccella arborícola* Follm.

Sociología: La asociación liquénica costera más representativa es el *Roccelletum portentosae* Follm., que posee una amplia distribución desde la costa del norte grande hasta el sur de Valparaíso. Menos vistoso, pero igualmente constante es el *Arthonietum austrolitoralis* Follm. (in literis), que alcanza niveles muy cercanos a la superficie del mar. Ambas asociaciones pertenecen al higrohalino *Roccellion oceanicum* (Matt.) Follm., característico de la costa central y norte de Chile (Follmann 1964, 1968).

En la franja de matorrales costeros y cactáceas se observan fragmentos del *Chrysothrychetum noli-tangere* Follm.

En las quebradas húmedas existen varias asociaciones epifíticas sobre corteza y también, saxícolas, cuya descripción será una tarea futura.

Geografía: La mayor parte de los componentes del *Reccelletum portentosae* Follm. y *Arthonietum austrolitoralis* Follm., son endemitas de la costa norte y central de Chile. El mayor desarrollo de estas especies se alcanza más al norte, entre Coquimbo y Antofagasta. Algo similar ocurre con el *Chrysothry-chetum-noli tangere* Follm., que tiene su mejor desarrollo en la zona de Coquimbo. Formas características de los oasis de neblina de Cerro Moreno y Fray Jorge-Talinay, tales como *Oropogon loxensis* (Fee) Fries, *Everniopsis trulla* (Ach.) Nyl., *Tornabenia atlántica* (Ach.) Kur., *Tornabenia ephebaea* (Ach.) Kur. no se han encontrado aún en esta región.

En resumen, la distribución porcentual de las especies resulta aproximadamente como sigue: cosmopolitas=23%; neotropicales=17%; paleotropicales=9%; subantáiticos=8%; neotropicales endémicos=43%.

La comparación de estas cifras indica un menor porcentaje de endemismo respecto a Cerro Moreno (54%), pero mayor, en relación a Fray Jorge-Talinay (31%). El bajo porcentaje de formas subantárticas, comparado, por ejemplo, con las neotropicales, parece señalar una conexión más fuerte en ese sentido.

Sin embargo, debe considerarse que la mayoría de estos endemitas corresponden a formas costeras, las cuales, es muy probable que se hayan originado durante el terciario debiendo ser su dirección de migración de norte a sur. Por otra parte, las especies que existen dentro de las quebradas húmedas (oasis de neblina) parecen tener un origen y edad diferentes respecto a las comunidades que se desarrollan sobre rocas litorales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Alexander von Humboldt, por el otorgamiento de una beca de investigación en Alemania; al director del Museo de Historia Natural de Kassel, Prof. Dr. Gerhard Follmann, por revisión de algunos ejemplares de líquenes chilenos.

RESUMEN

1. Se analizó la flora liquénica de la región de Cachagua y Zapallar, Prov. De Aconcagua, Chile Central, tanto en la región de la costa como en las quebradas húmedas y zona esclerófila intermedia. Se contabilizaron en total 85 especies pertenecientes a 25 Familias y 47 Géneros.
2. 43% de las especies se pueden considerar endemitas neotropicales de la región norte-central de la costa chilena, que se originaron posteriormente al alzamiento terciario de la Cordillera de los Andes.
3. La composición actual de la flora liquénica tendría una edad pre-glacial.
4. Ecológicamente predominan formas corticícolas y saxícolas, acidófilas hasta neutrófilas, higrófilas, fotófilas hasta xero-resistentes.
5. En cuanto a la sociología, están representadas las asociaciones *Roccelletum portentosae* Follm., *Arthonietum austrolitoralis* Follm y *Chrysothrychetum noli-tangere* Follm.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Flechtenflora der Zapallar – Cachaguagebiet in der Provinz Aconcagua (Mittelchile), auf den Küstenfelsen, auf den Hartlaubgebieten und auf den feuchten Schluchten, wurde analysiert. Dort treten 85 Flechtenarten aus 25 Familien und 46 Gattungen auf.
2. Die 43% an Edemarten stellen Endemiten aus dem Zeitraum nach der tertioeren Andenauffaltung dar.
3. Die aktuelle Zusammensetzung der Flechtenflora auf eine voreiszeitliche Herkunft hindeutet würden.
4. CEkologisch überwiegen corticole und saxicole, acidophile bis neutrophile, photophile, hygrophyle und xeroresistente Formen.
5. Soziologisch sind die Flechtengesellschaften: *Roccelletum portentosae* Follm., *Arthonietum austrolitoralis* Follm. und *Chrysothrychetum noli-tangere* Follm. vertreten.

REFERENCIAS

Dennis, R. 1960. British Cup Fungi and their Allies. London: Ray Society, 280 pp.

Follmann, G. 1961. Eine dornbewohnende Flechtengesellschaft der zentralchilenishen Sukkulentenformationen mit kennzeichnender Chrysothryx noli- tangere Mont. Ber. Dtsch. Bot. Ges, (73): 49.

Follmann, G. 1964. Eine felsbewohnende Flechtengesellschaft der mittel- und nordchilenischen Küstenformationen mit kennzeichnender Roccella portentosa (Mont.) Darb. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. (77): 262–276.

Follmann, G. 1967. Die Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloasen Cerro Moreno. Nova Hedwigia (14): 213-281.

Follmann, G . 1968. Felsbewohnende Arthoniaceen der chilenischen Pazifikküste Willdenowia (4): 365-382.

Follmann, G. & Redón, J. 1972. Ergänzungen zur Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloasen Fray Jorge und Talinay. – Willdenowia (6): 431–460.

Follmann, G. & Redón, J. 1972. Eine neue Schildflechte aus dem Verwandschaftskreis von Omphalodina melanophthalma (Ram.) Follm. et Redón (Lecanoraceae). Willdenowia (6): 419-425.

Hale, M.1967: The biology of lichens. London: Edward Arnold, 190 pp.

Johow, F. 1945: Flora de Zapallar. Rev. Hist. Nat. Stgo. (49): 1-566.

Luttrell, E. 1955. The ascostromatic Ascomycetes. Mycologia 47 (4): 511-532.

Nannfeldt, J. 1932. Studien über die morphologie und systematik der nichtlichenisierten inooperculaten Discomyceten. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Uppsaliensis ser. 4 8(2):1-368.

Oberdorfer, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile. Flora et Ver. Mundi, Bd. 2. Weinheim: Verlag J. Cramer, 208 pp.

Redón J. 1973. Beobachtungen zur Geographie und Okologie der Chilenischen Flechtenflora. Journal of the Hattori Botanical Laboratory (37): 153–167.

Redon, J. y Follmann, G.1972: Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. V. Minksia chilenis (DODGE) Redon et. Foll. Philippia (1-3): 132-136.

Schmithüsen, J. 1956: Die raemliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner geogr. Abh. (17): 1-89.

FITOGEOGRAFÍA DE LOS LÍQUENES CHILENOS

Trabajo publicado en 1976, volumen 9 (7-22).

Jorge Redón F.*

ABSTRACT: Nine provisional phytogeographical elements are described for the Chilean continental territory, West Antarctic and Juan Fernández Islands. The commoner lichens are including for each one the phytogeographical elements and their most important ecological characteristics and their distribution patterns, are briefly discussed.

INTRODUCCIÓN

El rol que desempeñan los líquenes como indicadores fitogeográficos es de gran importancia y ha sido señalado anteriormente en varias oportunidades (Follmann, 1967-c; Lamb, 1949; Redón, 1973). Resulta sorprendente, por tanto, el descuido de los botánicos sudamericanos en relación al estudio sistemático y distribucional de este grupo de criptógamas, más aun, cuando se las encuentra sin mayor dificultad en los más variados hábitats continentales, desde las más altas cumbres hasta el nivel del mar y desde las zonas ecuatoriales hasta muy cerca de los polos, sobre una amplia gama de diferentes sustratos.

Desde el valioso aporte inicial de Gay (1852) no se han efectuado contribuciones continuas e integrales en este campo. Follmann, a través de una permanencia de alrededor de ochos años en nuestro país, logro establecer una línea de investigación cuyos aportes principales se refieren a la distribución y fitosociología de los líquenes chilenos. El Catálogo de los líquenes de Chile (Follmann, 1961-a, 1962-a, 1964-a, 1965-a,) es una contribución importante en el intento de ordenar las especies descritas para nuestro país, aunque su valor taxonómico es relativo, por cuanto su autor se planteó este trabajo como una revisión bibliográfica, pero no crítica.

Muchas expediciones botánicas extranjeras, algunas de paso a la Antártica, efectuaron completas colecciones de líquenes en el extremo sur de Chile, desde fines del siglo pasado. En consecuencia, existen numerosas publicaciones europeas sobre esta región, lo cual en varias ocasiones ha significado la repetición de descripciones específicas. Aumentando considerablemente la sinonimia, siendo necesaria la revisión crítica de dichos trabajos a la luz de la taxonomía moderna. Por otra parte, un elevado porcentaje de Holo- e Isotipos se ha extraviado o destruido, resultando muy difícil realizar esta labor. De las regiones central y norte chilenas, en cambio, se poseen comparativamente muy pocas colecciones.

Todo lo anteriormente expuesto plantea la necesidad de analizar críticamente cada una de las especies de líquenes chilenos. Esta labor se ha venido realizando parcialmente desde hace unos treinta años, indirectamente a través de monografías de géneros o familias o a través del estudio florístico de regiones bien circunscritas. Los trabajos anteriores a esta fecha deben ser íntegramente revisados, pues, lo cambios nomenclaturales ocurridos con posterioridad son muy numerosos. (Ahti, 1961; Dodge, 1966; Follmann, 1961-b, 1962-b, 1962-c, 1962-d, 1964-b, 1965-b, 1965-c, 1965-d, 1965-f, 1966, 1967-a, 1967-b, 1968-a, 1968-b;

* Laboratorio de Botánica, Departamento de Biología, Universidad de Chile, Valparaíso.

Follmann y Huneck, 1969; Follmann y Mahu, 1968; Follmann y Redón, 1971, 1972-a, 1972-b, 1972-c, 1973; Henssen, 1963, 1965; Huneck, Redon y Quilhot, 1973; Lamb, 1947, 1948, 1949, 1951, 1955, 1958, 1964, 1968; Lindsay, 1974; Llano, 1950; Redon, 1969, 1072-a, 1972-b, 1973, 1974, 1976; Redon y Follmann, 1972-a, 1972-b; Redon, Quilhot y Zuñiga, 1975; Santesson, 1942, 1944, 1949).

Resulta comprensible hasta cierto punto que ante la fiesta de un trabajo de conjunto sobre los líquenes chilenos, los principales biogeográfos interesados en el extremo sur de América del Sud (Darlington, 1965; Godley, 1960; Schmithusen, 1966) no hayan considerado los líquenes como indicadores Fitogeográficos de importancia.

En concordancia con los planteamientos precedentes, los objetivos del presente trabajo consisten en establecer las principales regiones o *elementos fitogeográficos* de los líquenes chilenos y señalar sus relaciones con otras regiones de la tierra.

RESULTADOS

El territorio de Chile representa un sistema modelo para estudios ecológicos y fitogeográficos, debido a su gran longitud y su escasa anchura y a su variado relieve. Los Reinos Florales Neotropical y Antártico están representados dentro de su territorio.

Los líquenes pueden ser acomodados dentro de los elementos florísticos que han reconocido para las plantas superiores. Hale (1968) utilizó este criterio para los líquenes de la región oriental de América del Norte. Este mismo criterio fue seguido por el autor (Redón, 1973) para ordenar algunas comunidades características de líquenes dentro de las zonas vegetacionales establecidas por Schmithüsen (1956) para el territorio chileno. Aunque los límites de la zona de vegetación superior, en especial las que corresponden a bosques o matorrales, coinciden generalmente con los límites de las comunidades liquénicas epifíticas, no ocurre lo mismo con las comunidades saxícolas y terrícolas. Esto me ha planteado la conveniencia de ampliar este criterio, proponiendo unidades fitogeográficas independientes para las comunidades liquénicas. Al mismo tiempo, me ha parecido conveniente proponer los posibles centros de dispersión de algunas componentes de esas unidades, basándome en la literatura respectiva y en mi propia experiencia de terreno.

El concepto de *elemento fitogeográfico* ha sido definido por Braun Blanquet (1923) como “la expresión florística y fitosociológica de un territorio de limitada extensión. Incluye las unidades taxonómicas y los grupos fitogeográficos característicos de una región determinada”. Cain ha propuesto, sin embargo, que este término sea usado en su sentido más amplio, dentro del cual pueda existir una mayor variedad de aplicaciones, distinguiéndose los diversos elementos por adjetivos bien definidos (Cain, 1951). Este concepto ampliado en el que utiliza en el presente trabajo, estableciéndose nueve elementos fitogeográficos para los líquenes chilenos continentales, insulares y antárticos.

El concepto del elemento fitogeográfico está estrechamente relacionado con el concepto de migración. En la *figura 1* se representan los elementos fitogeográficos propuesto y los posibles centros de dispersión, los que deben considerarse provisoriamente como base para establecer nuevas hipótesis, no existiendo pruebas concluyentes respecto a su exacta ubicación ni al número preciso de los mismos. En la misma figura, las líneas continuas expresan la extensión de los respectivos elementos y las flechas, las dirección de las migraciones a partir del centro de dispersión. Constituyen una excepción las líneas continuas que se internan en el océano. Los números señalan los correspondientes elementos y las líneas interrumpidas la probable dirección de las migraciones en cuyo trayecto no se encuentran representantes. En los elementos 2, 3 y 4 no se han considerado los respectivos centros de dispersión por estimarse que aún son muy imprecisos o por encontrarse probablemente fuera del territorio chileno.

Dentro de cada elemento fitogeográfico existen especies endémicas, disyuntas y cosmopolitas. En sus respectivas áreas, las poblaciones de especies no presentan distribución absolutamente continua. Las llamadas áreas continuas lo son solo relativamente, pues, se caracterizan porque las disyunciones son menores que la capacidad normal de dispersión de las diásporas de las especies. Es probable que las discontinuidades menores de las áreas sean con frecuencias el resultado de migraciones recientes, pero las disyunciones mayores parecen ser resultados exclusivos de causas históricas. Estas últimas son las que han producido las disyunciones en un área que anteriormente era casi continua, por medio de la destrucción o de migraciones divergentes provocadas por cambios climáticos o de otra naturaleza. El concepto de endemismo, es decir, el de organismos cuyas áreas están confinadas a una sola región comprende dos tipos: las especies endémicas *sensu stricto,* que son aquellas relativamente jóvenes, llamadas también neoendemitas y las especies epibióticas que son relictos relativamente antiguos (Cain, 1951). Las especies endémicas de líquenes chilenos, en especial las norte-centrales, pertenecen en su inmensa mayoría al primer grupo, ya que su origen debe fijarse con posterioridad al plegamiento de la cordillera de los Andes, durante el terciario. El porcentaje y clases de endemismo de una flora son significativos en cuento a la historia de la misma. Un alto grado de endemismo esta correlacionado.

Generalmente con la edad y aislamiento de un área y con la diversificación de sus hábitats (Cain, 1951). Esto se aplica perfectamente a la mayoría de las comunidades liquénicas chilenas, las que muestran un alto grado de neoendemismo a causas de aislamiento relativamente reciente a que fueron somentidas, especialmente en la zona norte-central.

Respecto a algunas especies puede hablarse aún de un microendemismo.

Aunque no existen especies totalmente cosmopolitas, se consideran como tales aquellas que tienen una amplia distribución y están representadas prácticamente en todas las masas continentales.

Para las especies jóvenes, el centro de dispersión coincide con el centro de origen; para aquellas de mayor edad, pueden existir uno o más centros de dispersión, más o menos alejados del centro de origen de la especie (Cain, 1951).

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FITOGEOGRÁFICOS

1.-Elemento litoral norte-central.

Se extiende en nuestro territorio entre los paralelos 18 y 40 grados de latitud sur, aproximadamente, a través de la región costera. Su centro de dispersión debe ubicarse entre Antofagasta y Coquimbo, probablemente más cerca del primer punto. Las comunidades características pertenecen a dos tipos diferentes: a) saxícolas, las cuales depende más directamente de la influencia marina y se ubican en zonas protegidas, poco metros por encima del nivel de la mareas, y b) epífiticas, que se desarrollan sobre cactáceas y arbustos. Estas últimas pueden penetrar ciertas distancias hacia el interior; a través de las quebradas.

Componentes de las comunidades saxícolas: *Roccella portentosa*[1] *Labodirina cerebriformis, Dirina limitata, Arthonia atacamensis, A. austrolitoralis, A. chilensis, A. follmannii, Arthothelium halophilum, A. pacificum y A. spilomatoides.* Todas estas especies pertenecen a las familias Roccellaceae y Arthoniaceae y son neoendemitas subtropicales de la costa norte de Pacífico en Chile. Solamente A. *spilomatoides y Dirina limitata* constituyen una excepción. *R. portentosa* constituye la especie fisionómicamente más resaltante dentro de esta comunidad. Ecológicamente, estas especies pueden considerarse halófitas, higrófitas, acidófitas, anheliófitas hasta esquiófitas.

Las comunidades epífiticas no llegan tan al sur como las primeras y su límite austral está cerca de los 30 grados de latitud sur. Predominan las especies de la familia Roccellaceae, en su mayoría endémicas, incluyendo géneros endémicos monotípicos: *Darbishirella gracillima, Dolichocarpus chilensis, Ingaderia pulcherrima, Pentagenella fragillima, Roccellaria mollis, Tornabenia ephebeae, Desmaziera tigrina, D. ceruchis, D. tumidula, D. inanis, Ramalina cactacearum, Usnea eulychnia, Caloplaca pergracilis.*

Resulta interesante comprobar que la familia Roccellaceae también está representada en la región costera de Baja California, en América del Norte, zona que presenta una marcada convergencia ecológica con nuestro litoral norte-central, con géneros endémicos tales como *Schizopelte y Dendrographa.* Esto constituye una prueba del aislamiento de ambas regiones durante una fase del terciario, por lo menos respecto a esta familia.

Otras especies acompañan a las precedentemente descritas, aunque en zonas ecológicas diferentes: especies de los géneros *Thelidium y Verrucaria* se ubican casi a nivel de la zona de mareas. *Pterygiopsis foliacea (*Henssen, 1963) liquen conspicuo de incierta posición taxonómica, constituye una franja equivalente a las especies de *Lichina* del hemisferio norte. *Minksia chilensis y Omphalodina johowii* constituyen especies saxícolas endémicas junto con un cierto numero de especies pertenecientes a los géneros *Caloplaca, Buellia, Lecidea, Lecanora, Graphina y Arthopyrenia.* Probablemente algunas de estas especies tienen un origen diferente al de la Arthoniaceae y Roccellaceae.

2.-Elemento Fray Jorge-Perú-Brasiliano.

Esta denominación no corresponde a los posibles centros de dispersión de las especies que componen este elemento, sino que se refiere a las regiones donde coinciden similares. La mayoría de las especies que componen este elemento son cosmopolitas, circumpacíficas o bihemisféricas. *Pseudocyphellaria aurata* es un

---

[1] *Los epítetos de Autoridad no están considerados en el presente trabajo, pues ellos se encuentran en las referencias como también en las publicaciones sobre sistemática y taxonomía liquénicas.*

típico ejemplo de una especie subtropical de origen remoto que ha penetrado en ambos hemisferios, ya que se encuentra representada en Europa, América del Norte, Centroamérica, América del sur, Polinesia y Nueva Zelandia. Se trata de la única especie de este género que no está presente en el sur de Chile (dentro de las especies chilenas, por supuesto), siendo su límite austral el oasis de neblina denominada Silla del Gobernador en la provincia de Coquimbo. Otra especie de distribución similar es *Pannaria rubiginosa.* Especies de distribución extrachilena más limitada son *Oropogon loxensis y Everniopsis trulla*, ambas pertenecientes a la familia Parmeliaceae. La primera tiene distribución circumpolar, siendo común en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes; la segunda es una especie neotrópica-occidental representada en Centro y Sudamérica. Ambas tienen su límite sur en los bosques de Fray Jorge y Talinay. Estas cuatro especies que provienen del norte, reaparecen en los oasis de neblina de Cerro Moreno y Paposo donde convergen junto a especies del elemento fitogeográfico 1 y del elemento 5. Curiosamente, estas cuatro especies que presentan una ecología muy similar dentro de la zona ecotonal de los bosques de Fray Jorge y Talinay (Follmann y Redón, 1972; Redón et al.1975), se separan abiertamente en sus rutas migratorias hacia el Pacífico, ya que *Ps. aurata* y *P. rubiginosa* alcanza hasta las islas de Juan Fernández, Polinesia y Nueva Zelandia (Martin y Child, 1972), lo que permite suponer que se trata de especies de diferente origen y edad.

Algunas especies corticícolas pueden considerarse como endémicas de la zona de Fray Jorge y Talinay: *Arthonia ilicinodes y A. australis.*

Especies provenientes del elemento valdiviano son: *Thelotrema lepadinum* (cosmopolita), *Pseudocyphellaria crocata (*cosmopolita), *Ps. Flavicans, Ps. Chloroleuca, Ps. Thouarsii, Ps. Intricata.*

Heterodermia neoleucomelaena y H. vulgaris corresponden a especies que han derivado desde el Norte, la primera ampliamente distribuida en regiones templadas y tropicales y la segunda conocida en México, Perú, Bolivia y Brasil.

Esta múltiple convergencia de especies de diverso origen en los bosques ya indicados, nos permite evidenciar su carácter relictual.

Al sur de los bosques de Fray Jorge y Talinay se ubican un conjunto de quebradas húmedas cerca de la costa, tales como Quebrada del Tigre y otras, en las cercanías de Papudo y Zapallar, en la provincia de Aconcagua. La flora liquénica de dichas quebradas presenta una marcada relación con Fray Jorge y Talinay, aunque algunas especies son típicos endemitas para esta última región. Este es el caso de *Arthothelium tigrense, Graphis zapallarensis, Opegrapha zapallarensis, Lecanactis pseudamylacea.* Otras especies se encuentran tanto en esta zona como en Fray Jorge y Talinay: *Byssocaulon niveum, Roccella arborícola, Pseudocyphellaria crocata.*

Strigula elegans var. Stellata representa un interesante ejemplo de microrelicto en Quebrada de Tigre. Se trata de una especie foliicola con distribución pantropical disyunta en África del Sur e India.

Otra especie endémica característica es *Melampydium cerei,* que se desarrolla generalmente sobre cactáceas a lo largo de esta zona.

3.-Elemento andino altiplánico.

Muy poco es lo que se conoce sobre las especias que componen este elemento. Observaciones personales efectuadas en la provincia de Antofagasta, en Toconao y en los faldeos del volcán Lascar, como también en el sector comprendido entre Arica y el Lago Chungará (4600 m.s.n.m.) permiten comprobar la extrema pobreza de líquenes sobre la denominada Formación Riolítica. Una especie amarilla de *Acarospora (*Subgén. *Xanthotalia)* parece ser características del primer lugar, en tanto que la flora liquénica de la región de Chungará se caracteriza por la presencia de especies aun no suficientemente estudiadas de los géneros *Parmelia, Caloplaca y Umbilicaria,* principalmente. De acuerdo con observaciones realizadas en el altiplano de

Perú, al interior de Arequipa, donde se encuentran especies similares, es posible postular el centro de dispersión de estas especies en el altiplano-Perú-boliviano-chileno.

4.-Elemento andino

Se caracteriza por su gran longitud, ya que abarca la zona altomontana (Mann, 1966) de la Cordillera de los Andes, desde la región norte-central hasta Magallanes. Las comunidades saxícolas que caracterizan este elemento, van desarrollándose a menor altura a medida que se avanza hacia el sur: en la zona central se ubica entre 3500 y 4000 m.s.n.m., en tanto que en la isla Navarino se ubican a sólo 600 m.s.n.m. Follmann (1965-b) describió una asociación perteneciente a este elemento para la cordillera andina en la zona central. Varias especies del género *Usnea,* subgén. *Neuropogon* están presentes: *U. aurantiacoatra, U. acromelana, U. ciliata, U. sulphurea.* Esta última especie, a diferencia de las restantes es de distribución bipolar. Otras especies componentes de este elemento son: *Rhizocarpon geographicum* y otras especies del mismo género, *Omphalodina melanophthalma, Alectoria pubescens, A. minuscula, Umbilicaria cylindrica* y otras especies del mismo género. Algunas especies crustáceas de los géneros *Acarospora, Buellia, Lecanora, Lecidea y Caloplaca* también están presentes, aunque deben ser estudiadas más críticamente.

Este elemento fitogeográfico presenta una discontinuidad en el norte, ya que la extensa Formación Riolítica se caracteriza por su extrema pobreza en cuanto a sus componentes liquénicos. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad que las comunidades típicas antes descritas puedan continuarse hacia el norte a grandes alturas, por encima de los 4600 m.s.n.m. No se conocen confirmaciones de terreno en este sentido.

En otros países sudamericanos del sector pacífico, ubicados al norte de Chile, se ha comprobado la existencia de algunas especies que caracterizan a este elemento.

Existen una marcada convergencia ecológica de este elemento con zonas alpinas de Nueva Zelandia con varias especias en común: *Usnea ciliata, U. aurantiacoatra, Umbilicaria cylindrica, Alectoria minuscula, A. pubescens.*

5.-Elemento central andino submontano.

El origen de dispersión de algunas especies que constituyen este elemento, debe buscarse en la zona montana central. Una especie característica de esta región es *Xanthopeltis rupícola (*Follmann, 1962-c; Santesson, 1949), neoendemita de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, distribuida en el piso cordillerano basal. También se la encuentra en las cumbres más altas de la Cordillera de la Costa en Chile Central.

Omphalodium arboricolum representa otro ejemplo de endemismo, aunque diferente, ya que se encuentra en ambas vertientes de la cordillera andina, en la zona submontanas, como liquen epífito. En la Cordillera de la Costa en Chile Central ha sido observado en el Cerro La Campana, a 1500 m.s.n.m., sobre corteza *Nothofagus obliqua var. macrocarpa.*

Otras especies características de este elemento son: *Chrysothrix nolitangere (*endémica neotropical), *Teloschistes chrysophthalmus (*subcosmopolita), *Ramalina ecklonii, Xanthoria parietina (*cosmopolitas), *Parmelia cirrhata, Haematomma puniceum, Heterodermia multiciliata (*endémica). Todas ellas son componentes del estrato basimontano y en su mayoría son especies xerófitas con marcada tendencia oceánica.

En conjunto, los componentes de este elemento pueden considerarse endemitas de Chile central y subtropicales oceánicas bihemisféricos.

6.-Elemento valdiviano.

Se caracteriza por su riqueza en especies y por las diferentes comunidades que en él se desarrollan desde el nivel altomontano al basimontano.

Predominan fisionómicamente especies de la familia Stictaceae con numerosas especies del género

Pseudocyphellaria cuyos centros de dispersión parecen ubicarse dentro de este territorio. Todas estas especies se desarrollan en el interior de los bosques que componen la pluviisilva valdiviana (Huneck, Redón y Quilhot, 1973; Redón, 1972-b, 1973, 1974). Otras especies características son: *Nephroma antarcticum, Psoroma hispidilum, P. pholidotoides, P. reticulatum, P. dimorphum, Parmeliella concinna, Stereocaulon ramulosum, St. Vesuvianum, St. Alpinum, Eriorderma chilensis, Cladonia pycnoclada, Cl. gracilis, Cl. metacorallifera.*

Existen estrechas relaciones con la flora liquénica argentina de Nahuel Huapi (61% de especies en común) lo que es explicable debido a la fácil comunicación que determina los pasos cordilleranos en esa región (Lamb, 1958; Redón, 1974; Santesson, 1944).

Algunas especies no representadas en el sector oriental de la cordillera andina y que muestran una clara tendencia oceánica son: *Coccocarpia gayana, Parmeliella pycnophora var. subdivisa* y la muy rara especie *Bombyliospora sp. Aff. dolichospora.*

Otro género interesante desde el punto de vista fitogeográfico es *Menegazzia (Quilhot, Redón y Zuñiga, 1975; Santesson, 1942).* Se conocen por lo menos 10 especies en la región valdiviana, la mayoría de las cuales están también representadas en el elemento magallánico. El centro de dispersión de estas especies parece corresponder a la región magallánica. Las afinidades específicas con Nueva Zelandia son muy escasas en este género.

Especies endémicas son: *Nephroma chubutense, Pseudocyphellaria coerulescens, Ps. Subrubella, Ps. Encoensis, Menegazzia valdiviana, Stereocaulon speciosum,* varias especies de *Homothecium (Henssen, 1965) y Psoroma dimorphum.*

Existen marcadas relaciones con Nueva Zelandia, siendo algunos ejemplos: *Calycidium cuneatum, Perforaria cucurbitula, Sphaerophorus australis, Sph. Tener, Leptogium azureum, Nephroma cellulosum, Anzia anzioides, Stereocaulon corticatulum y* varias especies de los géneros *Pseudocyphellaria y Psoroma.*

Existen, además, relaciones fitogreográficas con las islas subantárticas, con la región magallánica, con las islas de Juan Fernández y con la región de Fray Jorge y Talinay, las cuales ya han sido ilustradas o lo serán al describir los siguientes elementos fitogeográficos.

El porcentaje de endemismo de los elementos Valdiviano y Magallánico es alto, estimándose sobre un 40%. Los porcentajes de distribución areal de las especies de esta región fueron indicados anteriormente (Redón, 1972-b).

Stereocaulon alpinum representa un interesante ejemplo de distribución bipolar, presente en el Artico, en la Antártica, islas subantárticas, región de Tierra del Fuego y en las tundras altomontanas de esta región. Se trata de una especie de origen remoto que puede haber migrado como elemento de la Stephanoflora junto con otras especies del subgénero *Enteropodium.*

7.-Elemento magallánico.

Se compone de un conjunto de comunidades liquénicas que, ecológicamente, se distribuyen de una manera semejante al elemento valdiviano.

El género *Pseudocyphellaria* sigue siendo importante, pero con menos especies que en la región valdiviana. *Ps. Lechleri y Ps. Granulata* son especies típicamente magallánicas que no alcanza la región valdiviana. Sin embargo, el resto de las especies de este género son comunes en el elemento valdiviano.

Otros componentes de este elemento son: *Cladonia pycnoclada, Thamnolia vermicularis, Lopadium fuscoluteum, Hypogymnia lugubris, Cornicularia epiphorella, Cornicularia aculeata, Parmelia saxatilis, P. ashuaiensis, P. gerlachei, Anzia anzioides, Sphaerophorus globosus, Stereocaulon alpinum, Xanthoria candelaria, Ochrolechia frígida, Cetraria islándica, Psoroma hypnorum, Menegazzia magellanica, M. sanguinascens…*

Especies comunes con la Antártica Marítima son: *X. candelaria, Sph. Globosus, St. Alpinum, Ramalina terebrata y Usnea fasciata.* Este último puede considerarse un elemento de origen antártico. *Parmelia gerlachei y P. ushuaiensis.* Especies comunes con las islas subantárticas son: *C. pycnoclada, P. gerlachei, P. ushuaiensis, Usnea igniaria, Cladonia furcata, C. mitis, C. gracilis, Corn. Aculeata, P. saxatilis, Usnea aurantiacoatra, Physcia caesia, P. hypnorum, Sph. Globosus.*

Especies comunes con Nueva Zelandia son: *Cladia aggregata, Leptogium menziesii, Pseudocyphellaria endochrysea, Ps. Lechleri, Usnea trachycarpa, U. aurantiacoatra, Hypogymnia lugubris, Cetraria islándica.*

Especies comunes con el elemento valdiviano son: *Pseudocyphellaria coriifolia, Ps. Hirsuta, Ps. Chloroleuca, Ps. Endochrysea, Ps. Freycinetii, Ps. Scabrosa, Ps. Durvillei, Ps. Flavicans, Menegazzia magellanica, M. sanguinascens, M. cincinnata, M. globulifera, Parmeliella concinna, Cladonia pycnoclada, Nephroma antarcticum, Thelotrema lepadinum.* Darbishire (1912) afirmó que las relaciones fitogeográficas entre la zona magallánica y Nueva Zelandia, en lo referente a los líquenes, estarían sustentadas principalmente por las formas fruticulosas, las cuales sufrirían menos modificaciones con el tiempo que las formas crustáceas, estas últimas más variables y con una tendencia más acentuada a la especiación.

Rasanen (1932) sostuvo que a pesar de los incompletos conocimientos de su época en torno a los líquenes del hemisferio sur, los muchos elementos comunes entre Tierra del Fuego y Nueva Zelandia, permitirían apoyar la existencia de un antiguo gran continente austral, puesto que la gran distancia entre ambas regiones hace imposible suponer un intercambio de líquenes entre ellas. Cita, por ejemplo, que la escasa distancia que separa Nueva Zelandia de Australia habla en contra de la capacidad de dispersión de los líquenes, considerando que las floras liquénicas de ambas regiones son bastantes diferentes.

8.-Elemento de Juan Fernández.

El único trabajo de conjunto que existe sobre los líquenes de esta región fue elaborado hace ya medio siglo y precisa de una revisión taxonómica, especialmente nomenclatural (Zahlbruckner, 1924). Este autor estudio principalmente el material de líquenes colectado por Skottsberg, llegando a establecer 186 especies.

Una excursión liquenológica efectuada a la isla de Robinson Crusoe en 1975, con permanencia de un mes en ella, nos permitió efectuar una importante recolección de material y, al mismo tiempo, observar variadas relaciones ecológicas, en base a lo cual estamos elaborando un estudio sobre los díquenes de esta región (Redón et al., en preparación).

Las especies de este elemento muestran variadas interrelaciones fitogeográficas.

Especies endémicas son: *Pseudocyphellaria berteroana, Arthonia subnebulosa, A. berberina, Pertusaria hadrocarpa* y varias especies del género *Psoroma* que requieren un estudio crítico mas detenido.

Especies comunes con Fray Jorge y Talinay: *Thelotrema lepadinum, Pseudocyphellaria aurata, Pannaria rubiginosa, Byssocaulon niveum, Dimerella lutea, Sticta fuliginosa.*

Especies comunes con la región valdiviana son: *Erioderma sorediatum, Pseudocyphellaria flavicans, Pseudocyphellaria durvillei, Ps. Mougeotiana, Polychidium polychidioides, Cladonia pycnoclada, Parmeliella pycnophora var. subdivisa, Physma chilensis, Thelotrema lepadinum, Sphaerophorus melanocarpus.*

Especies comunes con Nueva Zelandia y Polinesia, no presentes en el continente americano son: *Myxodictyon chrysostictum, Sticta latifrons, Pseudocyphellaria fragillima, Ps. Cinnamomea. M. chrysostictum* es una de las especies corticícolas más conspicuas de estas región, la cual está señalada como endémica para Nueva Zelandia (Martin y Child, 1972).

Especie comunes con el Elemento Fitogeográfico 1 son: *Dirina limitata y Caloplaca fernandeziana.*

Resulta necesaria acrecentar el estudio comparativo entre los líquenes de estas islas y los de Nueva Zelandia, ya que es muy probable que existan un mayor número de especies en común que hasta el momento se consideran como endémicas.

Esta región insular parce haber sido en el pasado un centro de convergencia de las vías de migración de los líquenes.

9.-Elemento antártico accidental.

Este sector fue denominado Antártica Marítima u Oceánica (Holdgate, 1970) y comprende la península antártica y los archipiélagos occidentales adyacentes.

Relaciones fitogeográfícas de la flora liquénica antártica con diversas regiones del mundo han sido establecidas por diversos autores. Especies bipolares están bien representadas dentro de las comunidades de líquenes antárticos, suponiéndose que las migraciones transantárticas debieron ocurrir durante el terciario, posiblemente durante los períodos mioceno o plioceno (Redón, 1976).

Las especies antárticas pueden haber resistido las severas condiciones del pleistoceno utilizando los refugios rocosos denominados nunataks.

Especies bipolaron son: *Sphaerophorus globosus, Alectoria chalybeiformis, Alectoria nigricans, Buellia coniops, Caloplaca elegans, Cladonia furcata, Cornicularia aculeata, Usnea sulphurea, Ochrolechia frígida, Rhizocarpon geographicum, Physcia caesia, Stereocaulon alpinum, Rinodina turfacea.*

Himantormia lugubris, Leptogium puberulum, Umbilicaria antárctica, Usnea antárctica, Usnea fasciata y Placopsis contortuplicata, seguramente han tenido su centro de dispersión en la antártica, migrando posteriormente hasta las regiones subantárticas.

Parmelia gerlachei y *Ramalina terebrata*, por el contrario, parecen haber tenido su origen en la región de Tierra del Fuego, donde ecológicamente están mejor adaptadas.

Resulta de interés ecológico comprobar que algunos géneros liquénicos que sólo poseen representantes crustáceos en el resto del mundo, en la Antártica presentan especies endémicas fruticulosas: *Caloplaca regalis, Lecania brialmontii, Catillaria corymbosa, Bacidia stipata.*

Los géneros *Buellia* y *Rinodina* poseen en esta región un importante número de especies endémicas (Lamb, 1968).

La flora liquénica de la Antártica oriental, en cambio, es más rica en especies endémicas y probablemente es más antigua, ya que no presenta sino escasas relaciones con otras zonas. No existen, al parecer, relaciones entre la flora liquénica de la Antártica y el Archipiélago de Kerguelen, islas Crozet, Heard, Macquaire e islas subantárticas al sur de Nueva Zelandia.

Las relaciones fitogeográficas más evidentes son las que existen respecto a Tierra del Fuego.

REFERENCIAS

Ahti, T. 1961. Taxonomic studies on Reindeer lichens (Cladonia, Subgenus Cladina). Ann. Bot. Soc. Zoo. Bot. Fenn. Vanamo 32 (1).

Braun-Blanquet, J. 1923. L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. París: L. Lhomme, 282 pp.

Cain, S.A. 1951. Fundamentos de Fitogeografía. Buenos Aires: ACME, 659 pp.

Darbishire, O. 1898. Monographia Roccelleorum. Fin Beitrag zur Flechtensystematik. Bblioth. Bot. 45: 1-102.

Darbishire, O. 1912: The lichens of the Swedish Antarctic Expedition. Wiss Ergebn Schwed Südpolar Exp. 1901-1903; 4 (11): 1-74

Darlington, P. 1965. Biogeography of the Southern end of the world. Cambridge: Havard University Press, 236 pp.

Dodge, C. 1966. New lichens from Chile. Nova Hedwigia (12): 307.

Follmann, G. 1961-a. Catálogo de los líquenes de Chile. Parte I. Pyrenocarpae. Revista Universitaria (46): 173-203.

Follmann, G. 1961-b ["1960"]. Eine dornbewohnende Flechtengesellschaft der zentralchilenischen Sukkulenten Formationen mit kennzeichnender Chrysothrix noli-tangere. Dtsch. Bot. ges Jg. (73): 449-462.

Follmann, G. 1962-a. Catálogo de los líquenes de Chile, Parte II. Coniocarpiidae y Graphidiidade. Revista Universitaria (47): 63-97.

Follmann, G. 1962-b. Eine dornbewohnende Flechtengesellschaft der nordchilenischen Sukkulentenformationen mit kennzeichnender Anaptychia intricata (DES.) MASS. Dtsch. Bot. Ges. (10): 495-510.

Follmann, G. 1962-c. Observaciones acerca de la distribución de los líquenes chilenos. Parte I: Xanthopeltis rupícola SANT. Revista Universitaria (47):33-37.

Follmann, G. 1962-d. Eine borkenbewohnende Flechtengesellschat der zentralchilenischen Dornstrauchformationen mit kennzeichnender Teloschistes chrysophthalmus (L.) FRIES. Nova Hedwigia (4): 109-124.

Follmann, G. 1964-a. Catálogo de los líquenes de Chile, Parte III, Thelotrematales y Cyanophilales. Revista Universitaria (49): 17-65.

Follmann, G. 1964-b. Eine felsbewohnende Flechtengesellschaft der mittel und nordchilenischen küstenformationen mit kennzeichnender Roccella portentosa (MONT.) DARB. Dtsch. Bot. Ges. (7): 262-274.

Follmann, G. 1964-c .Plantas con periscopios. Un nuevo ecotipo de vegetales encontrado en el desierto de Atacama. Bol Univ. Chile (53-54): 34-39.

Follmann, G. 1965-a. Catálogo de los líquenes de Chile. Parte IV. Stictaceae y Peltigeraceae. Revista Universitaria (50-51): 33-74.

Follmann, G. 1965-b. Eine epipetrische Flechtengesellschaft der zentralchilenischen Hochkordillere mit kennzeichnendem Neuropogon acromelanus (STIRT.) LAMB. Dtsch. Bot. Ges. (6): 247-260.

Follmann, G. 1965-c. Eine gesteinbewohnende Flechtengesellchaft der nordchilenischen Wüstenformationen mit kennzeichnender Buellia albula (Nyl.) Müll. Arg. Nova Hedwigia (10): 243-256.

Follmann, G. 1965-d. Una nueva bueliacea chilena. Bol. Univ. Chile (7): 60-63.

Follmann, G. 1965-e. Una nueva especie chilena de ascolíquenes ciclocarpíneos del círculo de formas de Haematomma puniceum (SWANS.) Mass. Bol. Univ. de Chile (56): 44-47.

Follmann, G. 1965-f. Una asociación nitrófila de líquenes epipétricos de la Antártica Occidental con Ramalina terebrata TAYL. et HOOK. como especie caracterizante. Instituto Antartico Chileno (4).

Follmann, G. 1965-g. Fensterflechten in der Atacamawüste. Naturwiss. (14): 434-435.

Follmann, G. 1966. Eine neue Ramalina-Art aus der Ceruchis-Gruppe. Willdenowia (4): 227-233.

Follmann, G. 1967-a. Chilenische Wanderflechten. Dtsch. Bot. Ges. (10): 453-462.

Follmann, G. 1967-b. Die Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloase Cerro Moreno. Nova Hedwigia (14): 215-281.

Follmann, G. 1967-c. Vegetationsanalytische Untersuchungen an Flechtengesellschaften zwischen Atacamawüste und Grahamland. Dtsch. Bot. Ges. (3): 199-205.

FOLLMANN, G. 1968-a. Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. II. Nova Hedwigia 15: 333-343.

FOLLMANN, G. 1968-b. Felsbewohnende Arthoniaceen der chilenischen Pazifikküste. Willdenowia 4: 365-382.

Follmann, G. y Huneck, S. 1969. Mitteilungen über Flechteninhaltsstofe. LXI. Zur Chemotaxonomie der Flechtenfamilie Ramalinaceae. Wildenowia (5): 181-216.

Follmann, G. y Mahu, M. 1968. Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. II. Strigula elegans (Fée) Müell. Arg. var. stellata (Nyl. et Cromb.) Sant. Revue Bryol. Lichénol. (36): 333-335.

Follmann, G. y Redón, J. 1971. Zur identitaet der antarktischen Krustenflechte Lecanora oroteoides Wain. Philippia (1-2): 98-100.

Follmann, G. y Redón, J. 1972-a. Beobachtungen zur Verbreitung chilenis Flechten. Cystocoleus niger (Huds.) Hariot. Philippia (1-3):129-131.

Follmann, G. y Redón, J. 1972-b. Eine neue Schildflechte aus dem Verwandtschaftskreis von Omphalodina melanophthalma (Ram.) (Lecanoraceae) Wildenowia (6): 419-426.

Follmann, G. y Redón, J. 1972-c. Ergaenzungen zur Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloasen Fray Jorge und Talinay. Willdenowia (6): 431-460.

Follmann, G. y Redón, J. 1973. Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. VII. Die Gattung Omphalodium (Parmeliaceae). Philippia (1-5): 258-261.

Gay, C. 1852: Líquenes. En: Historia Física y Política de Chile. Tomo 8, Botánica. París, pp. 52-228.

Godley, E. 1960. The botany of Southern Chile in relation to New Zealand and the Subantarctic. Proceedings of the Royal Society, Serie B. (152): 457-475.

Hale, M. 1968. Lichen Handbook. A. guide to the lichens of Eastern North America. Washington. DC: Smithsonian Institution Press, 178 pp.

Henssen, A. 1963. Eine Revision der Flechtenfamilien Lichinaceae und Ephebaceae. Uppsala : Lundequistska bokhandeln,123 pp.

Henssen, A. 1965. A review of the genera of the Collemataceae with simple spores (excluding Physma). The Lichenologist (3): 29-41.

Holdgate, M. 1970. Vegetation in “Antarctic Ecology” vol. 2. London: Academic Press, 729-732 pp.

Huneck, S., Redón, J. y Quilhot, W. 1973. Mitteilungen über Flechteninhaltsstoffe. XCVII. Zur Phytochemie südamerikanischer Pseudocyphellariaceen. Journ. Hattori Bot. Lab. (37): 539-562.

Kurokawa, S. 1962. A monograph of the genus Anaptychia. Nova Hedwigia (6): 1-115.

Lamb, I. 1947. A monograph of the lichen genus Placopsis (Nyl.). Lilloa (13):151- 288.

Lamb, I. 1948. Antarctic Pyrenocarp lichens. Discovery Reports (25): 1-30.

Lamb, I. 1949. La importancia de los líquenes como indicadores fitogeográficos en el hemisferio austral. Lilloa (20): 65-68.

Lamb, I. 1951. On the morphology, phylogeny and taxonomy of the lichen genus Stereocaulon. Canadian Journ. Bot. (29): 522-584.

Lamb, I. 1955. New lichens from Northern Patagonia with notes on some related species. Farlowia 4 (4): 423-471.

Lamb, I. 1958. Vegetación Liquénica de los Parques Nacionales Patagónicos. En: Anales de los Parques Nacionales, Buenos Aires. 188 pp.

Lamb, I. 1964. Antarctic lichens. I. The genera Usnea, Ramalina, Himantormia, Alectoria and Cornicularia. Bull. br. antarct. Surv. Rep. (38): 1-33.

Lamb, I. 1968. Antarctic lichens. II. The genera Buellia and Rinodina. Bull. br. antarct. Surv. Rep. (61): 1-129.

Lindsay, D. 1974. The macrolichens of South Georgia. Br. Antarct. Surv. Rep. (89): 1-91.

Llano, G. 1950. A monograph of the lichen family Umbilicariaceae in the Western Hemisphere. Washingt. D.C: Office of Naval Research, 281 pp.

Mann, F. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en la América latina. Serie de Biología, (2). OEA.

Quilhot, W., Redón, J. y Zuñiga, E. 1975. Estudios fitoquímicos en el género Menegazzia MASS. Emend SANT. (Parmeliaceae), Anal. Mus. Hist. Nat. Valpso. (8): 106-113.

Rasanen, V. 1932. Zur Kenntnis der Flechtenflora Feuerlands sowie der Prov. de Magallanes, Prov. de Chiloë und Prov. de Ñuble in Chile auf Grund des von H. Roivainen gesammelten Materiales. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo* 2 (1): 1–65.

Redón, J. 1969. Nueva Asociación de líquenes muscícolas de la Antártica Occidental con Sphaerophorus tener Laur. Como especie caracterizante. Boletín Instituto Antártico Chileno (4): 5-11.

Redón, J. 1972-a. Líquenes de la región de Cachagua y Zapallar, Provincia de Aconcagua, Chile. Anal. Mus. Hist. Nat. Valpso. (5): 105-115.

Redón, J. 1972-b. Líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales", Provincia de Llanquihue, Chile. Anal. Mus. Hist. Nat. Valpso. (5): 117-126.

Redón, J. 1973. Beobachtungen zur Geographie und Okologie der chilenischen Flechtenflora. Journ. Hattori, bot. lab. (37): 152-167.

Redón, J. 1974. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales". Anal. Mus. Hist. Nat. Valpso. (7): 169-225.

Redón, J. 1976. Los líquenes antárticos: una introducción a la botánica antártica terrestre. Boletín Instituto Antártico Chileno (9): 35-58.

Redón, J. y Follmann, G. 1972-a. Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. V. Minksia chilensis, (DODGE) Redón et Follmann. Philippia (1-3): 132-136.

Redón, J. y Follmann, G. 1972-b. Beobachtungen zur Verbreitung chilenischer Flechten. VI. Revision einiger Arten der Krustenflechtenfamilie Lecanactidaceae. Philippia (1-4): 186-193.

Redón, J., Quilhot, W. y Zuñiga, E. 1975. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional Fray Jorge. Anal. Mus. Hist. Nat. Valpso. (8): 51-57.

Santesson, R. 1942. The South American Menegazziae. Arkiv for Botanik, 30-A, (11): 1-35.

Santesson, R. 1944. Contributions to the lichen Flora of South America. Arkiv for Botanik, 31-A (7): 1-28.

Santesson, R. 1949. Dolichocarpus and Xanthopeltis, two new lichen genera from Chile. Svensk, bot. Tidskrift. 43-H (2-3): 547-565.

Schmithüsen, J. 1956. Die raeumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen (17): 1-86.

Schmithüsen, J. 1966. Problems of vegetation history in Chile and New Zealand. Vegetatio (13): 189-206.

Zahlbruckner, A. 1924. Die Flechten der Juan Fernández Inseln. En: The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island. 2. Uppsala :Almqvist & Wiksells Boktryckeri, pp. 315-498.

LOS LÍQUENES DE LAS ISLAS DE JUAN FERNANDEZ I: ESTUDIO PRELIMINAR

Trabajo publicado en 1977, volumen 10 (15-26).

Jorge Redón F. Y Wanda Uilhot.*

ABSTRACT: A preliminary criticalaccount is presented of the lichens of theJuan Fernández Islands. The genera Calicium, Erioderma, Opegrapha and Xanthoria are recorded at the first time forthis region. Two new combinations are presented.

INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de "Die Flechten der Juan Fernández-Inseln", la cual representa un amplio estudio sobre los líquenes de las islas de Juan Fernández (Zahlbruckner, 1924), ningún otro aporte de conjunto ha sido realizado posteriormente para esta región sobre este grupo de criptógamas. Ha transcurrido ya más de medio siglo desde la aparición de este trabajo, lapso en que se han efectuado importantes avances en los diversos campos de la liquenología, por lo cual se requiere una revisión crítica del mismo, respecto a su nomenclatura y a la posición sistemática de varias especies en él descritas.

El primer trabajo sobre los líquenes de Juan Fernández es el de Montagne (1835) en el cual se señalan 49 especies que fueron colectadas por Bertero. Posteriormente, este autor repitió estas especies y agregó otras (Gay, 1852). Por su parte, Taylor (1847) estudió algunas taxa que más tarde fueron revisadas por Müller-Arg. (1888). La Expedición del Challenger recogió una pequeña colección que fue elaborada por Crombie (1877). El trabajo de Johow (1896) constituye, en lo referente a los líquenes, un intento de establecer un resumen sobre lo anteriormente publicado, agregando algunas nuevas especies. No consiguió éxito en su propósito, ya que creó una confusión innecesaria al introducir cambios nomenclaturales basados en la aplicación de sistemas taxonómicos en desuso para su época. El material de líquenes colectado por Skottsberg en su primera visita a las islas fue estudiado por Zahlbruckner (1917). En su segundo viaje a esta región, Skottsberg y su esposa efectuaron una completa colección liquénica que contiene valiosas indicaciones ecológicas y que también fue elaborada por Zahlbruckner (1924).

Follmann (1961, 1962, 1964 y 1965) señala varias especies de líquenes para Juan Fernández, las cuales fueron recopiladas principalmente de los trabajos de Zahlbruckner (1924) y Gay (1852). Se trata en este caso, de una revisión bibliográfica no crítica que no aporta nada nuevo al conocimiento preexistente sobre los líquenes de esta región.

---

* Laboratorio de Botánica, Departamento de Biología, Universidad de Chile, Valparaíso.

En 1966 se realizó la Expedición botánica chileno-norteamericana al archipiélago de Juan Fernández, del cual tenemos conocimiento a través de la publicación de Carlos Muñoz Pizarro (1969). En esa oportunidad, Imshaug se encargó de efectuar el estudio y recolección de líquenes y hongos, logrando una colección de 1624 números de líquenes. Hasta el momento, sin embargo, no conocemos ninguna publicación sobre este material, que suponemos debe encontrarse depositado en la Universidad de Michigan, USA.

Algunas publicaciones que se refieren sólo indirectamente a los líquenes de Juan Fernández son las siguientes: Hue (1898, 1899, 1900, 1901, 1907, 1908, 1909-a, 1909-b, 1910, 1912); Nylander (1859-60 y 1863).

En 1975, los autores tuvieron la oportunidad de permanecer durante un un mes en la isla de Robinson Crusoe (Más a Tierra) y de realizar varias excursiones liquenológicas (Figura 1), logrando efectuar una importante colección y numerosas observaciones ecológicas. Este material, más algunos ejemplares colectados por Skottsberg y determinados por Zahlbruckner, que se encuentran depositados en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, han servido de base para este estudio preliminar.

Isla Robinson Crusoe

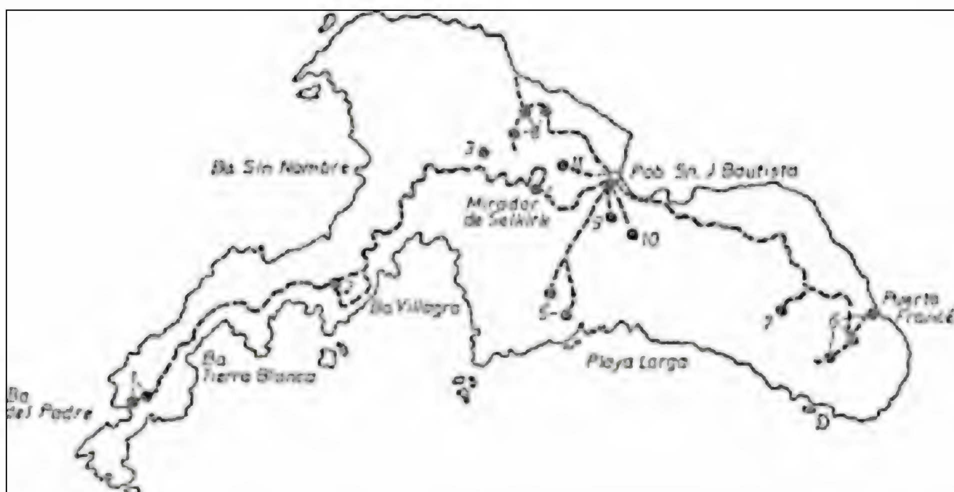


Figura 1: Las líneas interrumpidas indican la trayectoria seguida durante el desarrollo de las excursiones. Los números corresponden a las respectivas estaciones y señalan aproximadamente el área donde se efectuaron los muestreos por subestaciones. Mayores detalles en el texto.

Algunas referencias ecológicas y fitogeográficas han sido indicadas por uno de los autores, anteriormente (Redón, 1973, 1974 y 1976).

Los objetivos del presente trabajo consisten en exponer los resultados de un primer estudio sobre la flora liquénica de las islas de Juan Fernández, mediante la revisión crítica de algunas especies y la descripción de las características ecológicas más relevantes de las mismas, señalando las relaciones fitogeográficas de algunas de ellas. Se trata del primer aporte de una serie que deberá continuarse próximamente.

RESULTADOS

1.-Sistemática

Los líquenes que a continuación se indican, han sido clasificados de acuerdo al sistema propuesto por Henssen y Jahns (1974). En esta oportunidad se han considerado solamente una parte de las especies pertenecientes a nuestras colecciones que se encuentran depositadas en el Herbario de Líquenes, Laboratorio de Botánica, Departamento de Biología, Universidad de Chile, Valparaíso. Asimismo, se han revisado críticamente sólo algunas de las especies descritas por Zahlbruckner (1924). Las especies que constituyen nuevos hallazgos para esta región se han marcado con un asterisco.

Las excursiones y las respectivas estaciones y subestaciones de muestreo que se efectuaron durante nuestra estadía en la isla Robinson Crusoe se indican en la Figura 1. Un cuadro esquemático de las mismas, con sus respectivas abreviaturas utilizadas en el texto, se señala a continuación.

Para cada una de las especies señaladas, se han considerado los siguientes datos: número de herbario, localidad (estaciones y subestaciones, respectivamente), altura sobre el nivel del mar, sustrato, bibliografía y observaciones.

Estación 1 = Bahía del Padre
Subestación A = pared rocosa, exp. SE, 2 - 3m.
" B = " " " NW, 5m.
" C = " " " SE, 5 – 20m.
" D = " " " SE, 30 m.

Estación 2 = Portezuelo Cordón Punta Larga
Subestación A = ladera, exp. E, 320 m.
" B = " " NE y S, 350 m., s/musgos

Estación 3 = Quebrada corta de Villagra
Subestación A = bosques campamento Villagra, 160 m.
" B = " Qda. corta Villagra, 170 m.
" C = " " " " 220 - 230 m.
" D = " " " " 240 m.
" E = " " " " 340 m.
" F = " " " " 350 m.

Estación 4 = Mirador de Selkirk o Portezuelo de Villagra
Subestación A = arbustos, 550 m.
" B = pared rocosa, exp. NE, 550m.

Estación 5 = Plazoleta del Yunque y El Camote
Subestación A = subida a la Plazoleta, 90 - 140 m.
" B = Plazoleta, 240 - 250 m.
" C = El Camote, arbustos, 560 m.

Estación 6 = Puerto Francés
Subestación A = árboles y suelo, Qda. Francés, 150 m.
" B = árboles, Qda. Francés, 180 m.
" C = árboles, ladera derecha, C° Hedionda, 350 m.

Estación 7 = Quebrada Pesca de los Viejos.
Subestación A = árboles, 300 - 350 m.
" B = " 450 m.

Estación 8 = Cordón Salsipuedes.
Subestación A = suelo, exp. SE, 280 m.
" B = árboles, 380 m.
" C = " 410 m.
" D = suelo, ladera exp. E, 420 m.
" E = árboles y arbustos, 520 m.
" F = arbustos, 550 m.
" G = " 650 - 700 m.

Estación 9 = Valle Lord Anson
Subestación A = rocas y suelo, 30 m.

Estación 10 = El Pangal
Subestación A = árboles, 60 - 90 m.

Estación 11 = Quebrada Maderugo
Subestación A = árboles, arbustos, 120 - 200 m.

Clase Ascomycetes
Subclase Ascomycetidae
Orden Caliciales
Familia Caliciaceae
Género CALICIUM

*Calicium sp.
Loc.: (04677) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/ *Drimys confertifolia.*
Obs.: Primera cita de la familia y el género para esta región.

Género SPHAEROPHORUS

Sphaerophorus melanocarpus (SW.) DC.
Loc.: (04688) - Est. 5, Sub. C, 560 m., s/*Bleechnum cycadifolium.*
(04673) - Est. 7, Sub. A, 350 m., s/ árbol seco.
(04684) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/ *Drimys cónfertifolia.*
Bibl.: Zahlbruckiier (1924), p. 324.
Obs.: En general, los ejemplares son poco desarrollados.

Orden Lecanorales
Suborden Lecanorineae
Familia Collemataceae
Género LEPTOGIUM

Leptogium azureum (SW.) Mont.
Loc.: (04632) - Eot. 4, Sub. A, 550 m., s/ *Ugni selkirkii.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 335 como L. tremelloidesvar. azureum.

Leptogium phyllocarpum (Pers.) Mont.
Loc.: (04633) - Est. 4, Sub. A, 550 ni., s/Ugniselkirkii.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 335.

Género LECANORA

Lecanora atra(Huds.) Ach.
Loc.: (04613) - Est. 1, Sub. A, 3 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 379.

Género MYXOD1CTYON

Myxodictyon chrysostictum (Tayl.) Mass.

Loc.: (04635) - Est. 3, Sub. F, 350 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
(04608) - Est. 5, Sub. B, 250 m., " "
(04643) - Est. 8, Sub. B, 380 m. " "
(04655) - Est. 8, Sub. E, 520 m. " "

Bibl.: Zahlbruckner (1924). p. 383; Martin y Child. (1972\ p. 81.

Obs.: Especie muy abundante en la isla, no presente en Chile continental, considerada hasta hace poco como probablemente endémica de Nueva Zelandia.

Familia Lecideaceae

Género LOPADIUM

Lopadlium fuscoluteum (Dicks.) Mudd. var. *Austroamericana* (Ras.) Lamb

Loc.: (04671) - Est. 6, Sub. C, 350 m., s/musgos en *Nothomyrciafernandeziana.*
(04679) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana.*

Bibl.: Zahlbrucknor(1924), p. 368, como *L. leucoxanthumvar. albi-dius*; M. Lamb (1S53), p. 90.

Obs.: Esta especie se encuentra en la región de Llanquihue, sobre musgos en corteza de mirtáceas, a una altura similar. La especie típica ha sido encontrada en Cerro Mirador, Punta Arenas, sobre tundra submontana.

Género RHIZOCARPON

Rhizocarpon geographicum (L.) DC.

Loc.: (04687) - Est. 9, Sub. A, 30 m., s/roca.
(04694) - Est. 9, Sub. A, 30 m., s/roca.

Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 368.

Familia Cladoniaccae

Género CLADIA

Cladia aggregata (SW.) ACH.

Loc.: (04637) - Est. 4, Sub. B, 550 m., s/suelo.
(04689) - Est. 5, Sub. C, 560 m., s/suelo.
(04661)- Est. 8, Sub. E, 520 m., s/suelo.

Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 371, como *Cladonia aggregata.*

Género CLADONIA

Cladonia pycnoclada (Pers.) Nyl.

Loc.: (04697) - Est. 8, Sub. E, 520 m., s/suelo.

Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 370; Ahti (1961).

Familia Pannariaceae

Género ERIODERMA

**Erioderma sp.*

Loc.: (04631) - Est. 4, Sub. A, 550 m., s/*Ugni selkirkii.*
(04678) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/*Drimysconfertifolia.*
(04659) - Est. 8, S^b. E, 520 m., s/*Perncttya rígida.*
(04664) - Est. 8, Sub. G, 700 m., s/*Pernettya rígida.*

Bibl.: Galloway y Jorgensen (1975), p. 139.

Obs.: Una especie parecida ha sido descrita para Nueva Zelandia por Galloway and Jorgensen (1975). Otra especie casi idéntica a la insular ha sido encontrada en el sur de Chile (Prov. de Llanqui-hue). En todo caso se precisa de un mayor estudio del material colectado.

Género PANNARIA

Panuaria, rubiginosa (Thunb.) Del.
Loc.: (04600) - Est. 5, Sub. A, 80 m., s/roca.
(04602) - Est. 5, Sub. A, 140 m., s/roca.
Bibl.:Zahlbruckner (1924), p. 338, como var. *vulcanica*.
Obs.: Especie abundante sobre rocas volcánicas. La variedad establecida por Zahlbr. no nos parece justificada.

Género PARMELIELLA

Parmeliella nigrocincta (Mont.) Müll. Arg.
Loc.: (04683) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/*Drimys confertifolia*.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 336.

Parmeliella pycnophora(Nyl.) Sant. var. subdivisa(Zahlbr.) Sant.
Loc.: (04650) - Est. 8, Sub. D, 420 m., 's/*Ugni selkirkii*.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 343, como *Coccocarpia gayana* var. subdivisa; Santesson (1944).

Género PSOROMA

Psoroma angustisectum Zahlbr.
Loc.: (04663) - Est. 8, Sub. F, 550 m., s/ *Blechnum cycadifolium.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p, 342.
Obs.: Esta especie no se conoce de Chile continental.

Psoroma sphinctrinum(Mont.) Nyl.
Loc.: (04630) - Est. 3, Sub. F, 350 m., s/ *Drimys confertifolia.*
(04675)- Est. 7, Sub. B, 450 m., s/ “”
(04651)- Est. 8, Sub. D, 420 m., s/ “”
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 341.

Psoroma pholidotum(Mont.) Müll. Arg.
Loc.: (04626) - Est. 3, Sub. C, 220 m., s/*Drimys confertifolia*.
(04674)- Est. 7, Sub. B, 450 m. s/ “ “
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 340

Suborden Peltigerineae
Familia Peltigeraceae
Género NEPHROMA

Nephroma antarcticum (Wulf.) Nyl.
Loc.: (04639) - Est. 4, Sub. B, 550 m., pared NE, s/roca.
(04669) - Est. 6, Sub. C, 350 m., a/*Nothomyrcia fernandeziana,*
(04682) - Est, 7, Sub. B, 450 m., s/*Drimys confertifolia.*
(04658) - Est. 8, Sub. E, 520 m., s/suelo.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 355.

Nephroma cellulosum (SM.) Ach.
Loc.: (04682) - Est. 2, Sub. A, 320 m., s/suelo.
(04657) - Exc. 8, Est. E, 520 m., s/*Pernettya rigida.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 355.

Familia Stictaceae
Género PSEUDOCYPHELLARIA

Pseudocyphellaria argyracea (Del.) Wain.
Loc.: (04622) - Exc. 2, Est. A, 320 m., s/suelo.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 345 como *Sticta argyracea.*

Pseudocyphellaria aurata, (Ach.) Wain.
Loc.: (04625) - Est. 3, Sub, A, 160 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
(04609)- Est. 5, Sub. B, 240 m., s/ " "
(04676) - Est. 7, Sub. B, 450 m., s/ " "
(0 4647) - Est. 8, Sub. B, 380 m., s/ " "
(04665) - Est. 8, Sub. E, 520 m., s/ " "
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 350, como *Stictaaurata.*
Obs.: Especie de distribución tropical y subtropical. Abundante.

Pseudocyphellaria berteroana (Mont.) Redoncomb. nov.
Bas. Stictaberteroana Mont. In Annal. Scienc. Nat., Bot., Ser. 2, vol. IV, p. 90; 1835.
Loc.: (04610) - Est. 5, Sub. B, 240 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
(04648) - Est. 8, Sub. B, 380 m., s/ " "
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 347; Huneck, Redón y Quilhot (1973), p. 556.
Obs.: Especie no presente en Chile continental.

Pseudocyphellarm durvillei (Del.) Wain.
Loc.: (04636) - Est. 4, Sub. A, 550 m., e/suelo.
(04670) - Est. 6, Sub. C, 350 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 352, como *Sticta orygmaea* var. *durvillei*.

Pseudocyphellaria flavicans(Hook. et Hayl.) Wain.
Loc.: (04627) - Est. 3, Sub. D, 240 m., s/*Drimys confertifolia.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 352, como *Sticta orygmaea* var. *flavicans.*

**Pseudocyphellaria gilva* (Ach.) Malme.
Loc.: (04641) - Est. 4, Sub. B, 550 m., s/roca.
(04605) - Est. 5, Sub. A, 140 m., s/roca.
(04696) - Est. 11, Sub. A, 120 m., s/suelo.

Pseudocyphellaria mougeotiana (Del.) Wain.
Loc.: (04699) - Est. 8, Sub. A, 280 m., s/suelo.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 349.

Suborden Teloschistineae
Familia Teloschistaceae
Género CALOPLACA

Caloplaca selkirkii Zahlbr.
Loc.: (04618) - Est. 1, Sub. B, 5m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 395.

Caloplaca fernandeziana (Zahlbr.) Follm. et. Redón.
Loc.: (04616) - Est. 1, Sub. B, 5 m., e/roca.
(04621) - Est. 1, Sub. D, 30 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 393, como *Blastema fernandeziana.*

Género TELOSCHISTES

Teloschistes flavicans (Sw.) (Müll. Arg. Forma *flabra Wain*.
Loc.: (04623) - Est. 2, Sub. B, 350 m., s/musgos.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 399; Follmann y Redon (1972), p. 449.
Obs.: Especie precente en el Parque Nacional de Fray Jorge, Provincia de Coquimbo.

Género XANTHORIA

**Xanthoria parietina* (L.) Fríes.
Loc.: (04615) - Est. 6, Sub. A, 150 m., s/huesos en el suelo.

Xanthoria elegans (Link) Th. Fr.
Loc.: (04620) - Est. 1, Sub. D, 30 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 398, como *Caloplaca elegans* var. *australis.*

Suborden Physciineae
Familia Physciaceae
Género BUELLIA

Buellia fernandeziana Zahlbr.
Loc.: (04617) - Est. 1, Sub. C, 5 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 401.

Género HETERODERMIA

Heterodermia magellanica (Zahlbr.) Redón var. *Pectinata* (Zahlbr.) Redón comb. nov.
Bas. *Anaptychia magellanica*, Zahlbr. inKgl. Sy. Vet. Akad. Handl. 57 (6): 54. 1917; var. *Pectinata* (Zahlbr.) Kurokawa in Nova Hedwigia 6: 66; 1962.
Syn. Anaptychia, dactyliza: (Nyl.) Zahlbr. Forma pectinata Zahlbr. inNat. Hist. Juan Fernández, Easter Island, 2: 403; 1924.

Anaptychia pectinata (Zahlbr.) Sant. In Ark.
Bot. 31 A (7); 14; 1944 (04644) - Sst. 8, Sub. B, 380 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana.*
Loc.: (04660)-Est. 8, Sub. E, 520 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 403; Santesson (1944); Kurukawa(1962), p. 66.

Suborden Pertursariineae
Familia Pertusariaceae
Género PERTUSARIA

Pertusaria hadrocarpa Zahlbr.
Loc.: (04603) - Est. 5, Sub. A, 140 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 376.
Obs.: Especie no encontrada en Chile continental.

Orden Gyalectales
Familia Gyalectaceae
Género DIMERELLA

Dimeretta lútea (Dicks.) Trev.
Loc.: (04629) - Est. 3, Sub. F, 350 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 331, como *Microphiale lutea.*

Orden Ostropales
Suborden Ostropineae
Familia Tlielotremataceae
Género OCELLULARIA

Ocellularia subdenticulata Zahlbr.
Loc.: (04662) - Est. 8, Sub. F, 550 m., s/*Blechnum cycadifolium.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 329.
Obs.: La cita de esta especie para Chile continental ha demostrado ser errónea.

Género THELOTREMA

Thelotrema lepadínum Ach.
Loc.: (04628) - Est. 3, Sub. E, 340 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana*
(04668) - Est. 6, Sub. B, 180 m., s/*Drimys confertifolia.*
(04653) - Est. 8, Sub. D, 420 m., s/*Nothomyrcia fernandeziana.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 330.

Orden Sphaeriales
Familia Pyrenulaceae
Género PYRENULA

Pyrenula, kunthii Fee.
Loc.: (4611) - Est. 5, Sub. B, 250 m., s/tronco caído.
(04692) - Est. 5, Sub. C, 560 m., s/*Berberis* sp.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 323.

Orden Verrucariales
Familia Verrucariaceae
Género VERRUCARIA

Verrucaria microspora Nyl.
Loc.: (04614) - Est. 1, Sub. A, 2 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 318; M. Lamb (1948).

Orden Arthoniales
Familia Arthoniaceae
Género ARTHONIA

Arthonia berberina Zahlbr.
Loc.: (04690) - Est. 5, Sub. C, 560 m., s/*Berberís sp.*
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 325.
Obs.: Especie no encontrada en Chile continental.

Familia Opegraphaceae
Género OPEGRAPHA

**Opegraphasp.*
Loc.: (04634) - Est. 4, Sub. A, 550 m., s/frenda seca de helecho.
Obs.: Especie de ecología muy específica; al parecer no existe semejante ecotipo en Chile continental.

Familia Roccellaceae
Género DIRINA

Dirinalimitata Nyl.
Loc.: (04619) - Est. 1, Sub. C, 5 m., s/roca.
Bibl.: Zahlbruckner(1924), p. 327.

Clase Basidiomycetes
Subclase Holobasidio mycetidae
Orden Aphyllophorales
Familia Corticiaceae
Género CORA

Cora pavonia(Sw.) Fries.
Loc.: (04638)- Est. 4, Sub. B, 550 m., s/roca.
(04661) - Est. 5, Sub. A, 140 m., s/roca.
(04686) - Est. 9, Sub. A, 30 m., s/suelo.
(04695) - Exc. 11, Sub. A, 200 m., s/suelo.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 405.
Obs.: Especie abundante en lugares húmedos y sombríos.

ESPECIES DE POSICIÓN SISTEMÁTICA INCIERTA

Byssocaulo nniveum Mont.
Loc.: (04672) - Est. 7, Sub. A, 350 m., s/*Drimys confertifolia.*
(04645) Est. 8, Sub. B, 380 m., s/ *Drimys confertifolia.*
(04649) - Est. 8, Sub. C, 410 m., s/ " "
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 329.

Polychidium polychidioides (Zahlbr.) Henss.
Loc.: (04698) - Est. 8, Sub. A, 280 m., s/suelo.
Bibl.: Zahlbruckner (1924), p. 333, como Lemmopsis polychidiodes; Henssen (1963), p. 105.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos y quedamos reconocidos por la desinteresada ayuda que recibimos de parte de las siguientes instituciones y personas, sin cuya colaboración no habríamos podido llevar a cabo nuestra tarea: Armada Nacional que nos permitió viajar en el buque "Orella"; autoridades de la isla, CONAF, señor Alvis González C., quien actuó como guía en nuestras excursiones; señorita Susana Vidal B., por su valiosa ayuda en los trabajos de terreno y de laboratorio; señora Mélica Muñoz S. y señorita Elizabeth Barrera M., Jefe de la Sección Botánica y Jefe del Laboratorio de Criptogamia, respectivamente, por permitir a uno de los autores, estudiar algunos ejemplares de líquenes de la colección del Museo Nacional de Historia Natural; a diversos habitantes de la isla que en diversas formas favorecieron nuestra labor en ese lugar.

REFERENCIAS

Ahti, T. 1961. Taxonomic studies on Reindeer lichens (Cladonia, Subgenus Cladina). Ann. Bot. Soc. Zoo. Bot. Fenn. Vanamo, 32 (1).

Crombie, I. 1977. The lichens of the "Challenger" Expedition Juan Fernández. Journ. Linn. Soc. London, Bot. (16): 223-224.

Follmann, G. 1961. Catálogo de los líquenes de Chile. Parte I. Pyrenocarpae. Revista Universitaria (46): 173-203.

Follmann, G. 1962. Catálogo de los líquenes de Chile, Parte II. Coniocarpiidae y Graphidiidade. Revista Universitaria (47): 63-97.

Follmann, G. 1964. Catálogo de los líquenes de Chile, Parte III, Thelotrematales y Cyanophilales. Revista Universitaria (49): 17-65.

Follmann, G. 1965. Catálogo de los líquenes de Chile. Parte IV. Stictaceae y Peltigeraceae. Revista Universitaria (50-51): 33-74.

Follmann, G. y Redón, J. 1972. Ergaenzungenzur Flechtenflora der nord chilenischen Nebeloasen Fray Jorge und Talinay. Willdenowia (6): 431-460.

Galloway, D. y Jørgensen, P. 1975. Erioderma sorediatum a new lichen from New Zealand. Lichenologist (7):139-142.

Gay, C. 1852. Líquenes. En: Historia Física y Política de Chile. Tomo 8, Botánica. París, pp. 52-228.

Henssen, A. yJahns, H. 1974. Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 467 pp.

Hue, A. 1898. Lichenes extra-europaea pluribus collectori-bus ad Museum Parisiense missi. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 3 (10): 213-280.

Hue, A. 1899. Lichenes extra-europaei a pluribus collector-bus ad Museum Parisiense missi. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 4 (1): 27-220.

Hue, A. 1900. Lichenes extra-europaei a pluribus collector-bus ad Museum Parisiense missi. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 4 (2): 49-122.

Hue, A. 1901. Lichenes extra-europaei a pluribus collector-bus ad Museum Parisiense missi. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 4 (3): 21-108

Hue, A. 1907. Lichenes morphologice et anatomice descripsit. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 4 (8): 237-272.

Hue, A. 1908. Lichenes morphologice et anatomice descripsit. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 4 (10):169-224.

Hue, A.1909. Lichenes morphologice et anatomice descripsit. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 5 (1): 111-166.

Hue, A. 1909-b. Lichenum generis Crocynia Mass. Plerasquespecies jutxa archetypaspecierum morphologice et anatomice descripsit. Memoir. Soc. Nation. Scienc. Nat. Cherbourg, (37): 223-254.

Hue, A. 1910. Lichenes morphologice et anatomice descripsit. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 5 (2):1-128.

Hue, A. 1912. Lichenes morphologice et anatomice descripsit. Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser 5 (4):1-52.

Huneck, S., Redón, J. y Quilhot, W. 1973. Mitteilungen über Flechteninhaltsstoffe. XCVII. Zur Phytochemie südamerikanischer Pseudocyphellariaceen. Journ. Hattori Bot. Lab. (37): 539-562.

Johow, F. 1896. Estudio sobre la Flora de las Islas de Juan Fernández. Santiago: Imprenta Cervantes, 288 pp.

Kurokawa, S. 1962. A monograph of the genus Anaptychia. Nova Hedwigia(6): 1-115.

Lamb, I. 1948. Antarctic Pyrenocarp lichens. Discovery Reports (25): 1-30.

Lamb, I. 1958. Vegetación Liquénica de los Parques Nacionales Patagónicos. En: Anales de los Parques Nacionales, Buenos Aires. 188 pp.

Martin, W. y Child, J. 1972. Lichens of New Zealand. Wellington : A.H. & A.W. Reed Ltd., 193 pp.

Montagne, C. 1835. Prodromus florae Fernandezianae, pars prima, sistens enumerationem plantarum cellularium quas in Insula Juan Fernandez a Cl. Bertero Collectos describi, edique curavit. Annales des Sciences Naturelles Botanique, Ser 2 (4): 86-99.

Müller, J. 1888. Lichenologische Beiträge XXVII. Flora 71 (17–25):44–48.

Muñoz, C. 1969. El Archipiélago de Juan Fernández y la conservación de sus recursos naturales renovables. Bol. Acad. Ciencias, Instituto de Chile, 1 (2): 83-103.

Nylander, W. 1858. Synopsis Methodica Lichenum Omnium hucusque Cognitorum, Praemissa Introductione Lingua Gallica. Paris: L. Martinet. Vol. 1. 1-140 pp.

Nylander, W. 1860. Synopsis Methodica Lichenum Omnium hucusque Cognitorum, Praemissa Introductione Lingua Gallica. Paris: L. Martinet. Vol.1. 141-430 pp.

Nylander, W.1863. Synopsis Methodica Lichenorum. Paris: L. Martinet. Vol. 2, 1-64 pp.

Redón, J. 1973. Beobachtungen zur Geographie und Okologie der chilenischen Flechtenflora. Journ. Hattori, bot. lab., (37): 152-167.

Redón, J. 1974. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales". Ann. Mus. Hist. Nat. Valpso. (7): 169-225.

Redón, J. 1976. Fitogeografía de los líquenes chilenos. An. Mus. Hist. Nat. Valpso. (9): 7-22.

Santesson, R. 1944. Contributions to the lichen Flora of South America. Arkiv for Botanik, 31-A (7): 1-28.

Taylor, T. 1847. New Lichens, principally from the Herbarium of Sir William I. Hooker. London Journ. of Botan., (6): 148-197.

Zahlbruckner, A. 1924. Die Flechten der Juan Fernández Inseln. En: The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island. 2. Uppsala :Almqvist & Wiksells Boktryckeri, pp. 315-498.

NORMAS PARA LOS AUTORES

I.- INFORMACIÓN GENERAL.

"Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso" es una publicación anual del Museo de Historia Natural de Valparaíso, creada el año 1968, indizada en LATINDEX, destinada a publicar trabajos originales e inéditos referidos a temas relacionados con el área de las ciencias naturales, arqueológicas y antropológicas principalmente de la Región de Valparaíso y la Zona Central de Chile, dirigidos a especialistas y a público en general.

Se reciben contribuciones producto de investigaciones originales, que sean un aporte en su campo disciplinario, presentadas por investigadores nacionales o extranjeros, redactadas en castellano o inglés y elaboradas según las normas del presente reglamento; el no cumplimiento de las mismas es razón suficiente para su rechazo. La recepción de los trabajos tiene fecha de cierre el día 30 de abril de cada año.

Los artículos recibidos serán sometidos a una primera revisión por el Comité Editorial estable, el que determinará su aceptación o rechazo. Aquellos artículos que pasen esta primera instancia serán sometidos al juicio crítico de especialistas externos vinculados a la temática del escrito; la opinión de estos expertos será definitiva para la aceptación, modificación o devolución de los trabajos. La aceptación final de un trabajo para su publicación estará condicionada a que se hayan realizado las modificaciones de estilo, forma y contenido que el Editor haya comunicado. Los autores son responsables del contenido y el correcto uso de las referencias que se citen.

Dependiendo de la longitud y el enfoque, se considerarán tres tipos de trabajos: Artículos de investigación son aquellos trabajos originales en torno a una investigación o labor que se realiza, con una extensión máxima de 30 páginas; notas breves, si son artículos con un largo de 4 a 15 páginas; y, en casos especiales, se podrán aceptar revisiones de metodologías, reseñas históricas, recensiones bibliográficas o artículos de opinión de 2 a 4 páginas. (Ver Especificaciones, punto 1-a).

Los autores deberán enviar a la Dirección del Museo, a la Casilla n° 3208 Correo n° 3 Valparaíso –Chile, o a Calle Condell n° 1546 Valparaíso – Chile, el original de su trabajo para ser sometido a una primera revisión.

Se solicita enviar dos copias en papel y respaldos en formato electrónico en CD (Ver Especificaciones, puntos 1-a y 1-b).

Cuando el trabajo presentado sea aceptado definitivamente, el autor principal recibirá la prueba de imprenta (galera) para la revisión de posibles errores tipográficos de imprenta, la que deberá devolver a la brevedad. En esta etapa no se podrá agregar o quitar páginas, ni se podrá hacer modificaciones a los contenidos ya aceptados. En ningún caso se enviarán segundas pruebas.

Una vez terminado el proceso, el o los autores recibirán un archivo PDF protegido o un disco compacto, con el trabajo editado para uso personal.

II.- CÓDIGO ÉTICO

El autor o autor principal que se hace cargo de la correspondencia, tiene la responsabilidad en todo el proceso editorial y en las interacciones futuras que se deriven de la publicación del trabajo.

Todo autor debe aceptar la redacción final del original que se enviará para su publicación.

Las personas aludidas en los agradecimientos, tienen el derecho de declinar su mención, por lo que los autores tratarán de obtener y documentar su permiso.

Mientras un manuscrito se encuentre en proceso de revisión para su aceptación, no debe ser enviado para su publicación a otras revistas. Tampoco puede ser distribuido en bibliotecas o similares sin el permiso explícito, y por escrito, del Editor.

Los editores considerarán la publicación de un trabajo de acuerdo a los méritos, estructuración adecuada y cumplimiento de las normas de publicación y se reservan el derecho de rechazar aquellos trabajos que, a su juicio, no se ajusten a la política editorial o al nivel de la revista. La aceptación, rechazo o sugerencias y observaciones serán puestas en conocimiento de los autores.

Los manuscritos recibidos se procesarán con la mayor diligencia y no se revelará ninguna información sobre un manuscrito en proceso de revisión o publicación, a ninguna persona fuera del Comité de Expertos o del Asesor al que se le solicite consejo profesional.

La información no publicada no podrá ser usada por los editores para su propia investigación, a menos que cuente con el permiso del autor.

El Comité Asesor de Expertos deberá asentar sus juicios por escrito, de manera que los editores y los autores conozcan los argumentos de sus comentarios. No se aceptará la vinculación directa de los autores con algún experto de la Comisión, la existencia de conflictos de interés, ni la falta de nivel de expertisse del revisor con respecto al autor.

Las propuestas de los revisores se comunicarán a los autores, para su aceptación y modificación o discusión. Los autores tendrán un plazo máximo de 30 días para realizar los cambios sugeridos.

Los autores deberán adjuntar una carta autorizando al Museo la publicación del artículo y haciéndose responsable del contenido. El Museo no asume responsabilidad alguna por los dichos, comentarios u opiniones expresadas en el trabajo, los que son de completa responsabilidad del autor y de los coautores.

III.- ESPECIFICACIONES

1.- PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

a.- En soporte de papel

Los autores deben enviar el original del artículo impreso en papel tamaño carta (21.5 x 27.9cms), por una cara, en fuente Arial 12, sin sangría ni en el texto ni en las referencias citadas (el ordenamiento formal se dejará en manos de la diagramación de la revista). La extensión máxima será de 30 carillas incluyendo todas las secciones y figuras del manuscrito, a uno y medio espacio, con márgenes de 3 cms, numeradas consecutivamente. Las tablas, gráficos, diagramas, planos, mapas y fotografías deben ser entregados en forma independiente al texto, numerados correlativamente y puntualizados en un listado adjunto, con las leyendas respectivas (Ver Especificaciones, punto 3).

b.- En soporte electrónico

Los autores deberán además enviar el trabajo respaldados en soporte electrónico, procesado en Microsoft Word. El trabajo se organizará en cuatro archivos:

Archivo del manuscrito para revisión, en baja resolución y comprimido (JPEG).

Archivo del manuscrito para la impresión, en alta resolución y sin compresión (TIFF o PDF).

Archivo de figuras para revisión, en baja resolución y comprimido (JPEG).

Archivo de figuras para la impresión, en alta resolución y sin compresión (TIFF o PDF).

Entendiendo que:

Archivo del manuscrito: incluirá el texto principal, las tablas, leyendas y claves, en formato RTF. No insertar las figuras dentro del archivo RTF.

Archivo de figuras: pueden enviarse hasta 20 ilustraciones, siempre en archivos separados. El autor debe considerar el uso de color adecuado y el tamaño final 20 x 13 cms, ya que estas pueden perder información al ser traspasadas a escala de grises. No guarde las imágenes originales como JPEG, GIF o cualquier otro formato comprimido. (Ver Especificaciones, punto 3-c).

2.- SECCIONES DEL MANUSCRITO

a.- Titulo: debe exponer el contenido real del trabajo, en forma concisa y si incluye algún nombre científico genérico o específico se deberá indicar el taxón inmediatamente superior. El Editor se reserva el derecho de editar el título previa consulta con los autores.

b.- Autor (es): él o los autores deben colocar su nombre y dos apellidos seguidos de uno o más asteriscos, los que indicarán al pie de página en letra Arial 10 la profesión, grado académico, pertenencia institucional y dirección (postal o electrónica).

c.- Resumen y abstract: deben ser concisos e informativos, especificando el objetivo, la metodología, los principales hallazgos y las conclusiones en un máximo de 200 palabras.

d.- Palabras claves y keywords: bajo el resumen y el abstract se propondrán entre dos a seis palabras claves que hagan referencia a los aspectos más destacados del artículo y no estén presentes en el título. El Editor se reserva el derecho de editar las palabras claves previa consulta con los autores.

e- Texto: debe contar con introducción, materiales y método, resultados, discusión y conclusiones. No usar tabulaciones. Para la puntuación: dejar un espacio después de coma (,) y de punto y coma (;) - y dejar dos espacios después de punto (.). El contenido gráfico será denominado figura en el texto y su lugar tiene que estar claramente identificado en el cuerpo del artículo. Todo el contenido gráfico y la lista de leyendas respectiva deben entregarse en archivo separado, nunca inserta en el manuscrito. (Ver Presentación, en el punto 1-b y Normativa, en el punto 3-c).

f.- Agradecimientos, deben ser breves y en lo posible debe evitarse el uso de grados académicos. Se sugiere poner el nombre de la persona a la que se agradece y el nombre completo de las instituciones (Corporación Nacional Forestal en lugar de CONAF).

g.- Bibliografia o literatura citada: debe estar relacionada con el texto mediante las citas y notas de pie de página. (Ver Normativas, en el punto 3-d).

h.- Anexos (tablas, figuras, leyendas): se pueden incluir hasta 20 imágenes; las fotografías serán consideradas como figuras para su numeración. (Ver Normativas, en el punto 3-c).

3.- NORMATIVA PARA CITAS, REFERENCIAS, ILUSTRACIONES, BIBLIOGRAFÍA

a.- Citas: Las citas en el texto deberán incluir el apellido del autor y el año, si son dos autores se mencionarán los apellidos separados por la palabra "y" y el año; cuando sean más de dos autores se citará al primero seguido por las palabras "et al".

b.- Referencias: irán en forma abreviada en el pie de la página y completa al final del texto. En el texto se harán indicando solamente el apellido del autor, el año y la página si es necesario, escritos en letra minúscula excepto la mayúscula inicial. Las citas de diferentes autores deberán separarse por comas. La literatura citada que no corresponda a publicaciones en libros o revistas deberán ser citadas como notas al pie de la página correspondiente, en fuente Arial 10 y con un número correlativo.

c.- Ilustraciones: incluyen dibujos lineales, gráficos, fotografías, mapas, etc. y todos deberán ser llamados Figuras. Todas las figuras deberán venir como archivo aparte. Tanto las figuras como las tablas serán numeradas, en orden correlativo, con números arábigos y se hará referencia a ellas en el texto como "Fig. 1". El número de cuadros y figuras deberá limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.

No se aceptarán imágenes insertas en un documento de texto.

Use la función de tablas del procesador de textos para elaborar las tablas, de este modo tanto celdas como filas y columnas permanecerán alineadas aún cuando se modifique su tamaño. Todas las tablas deben llevar un título descriptivo, de entre 15 a 30 palabras.

Los gráficos deben ser simples, sin fondo, en archivo Excel, PDF o Adobe Ilustrator, a 500 dpi y tamaño 20 x 13 cms. No se aceptarán gráficos insertos en un documento de texto.

Las fotografías deben tener al menos 500 dpi, tamaño de impresión de 20 x 13 cms. en formato TIFF, perfil de color RGB. No se aceptarán fotografías en formato JPG o PDF.

Las fotografías intervenidas con información vectorial, medidas y signos, deben ser enviadas tanto la fotografía original sin intervención como la final, ambas a 500 dpi de tamaño 20 x 13 cms.

Los textos a pie de foto deberán venir en hoja aparte e indicar la descripción de la foto y el año, el nombre del fotógrafo y tener claramente indicada la ubicación en el artículo.

Las imágenes en color deben ser escaneadas en modo de colores RGB. Las imágenes originales en blanco y negro (ej. las fotografías) se deben escanear en escala de grises. Los dibujos de líneas se deben escanear en modo blanco y negro (bitmap).

d.- Bibliografía: se presentará en orden alfabético por apellido del primer autor, seguida del año de publicación y el título de la obra. Para las referencias de un mismo autor se seguirá el orden cronológico. El formato para la lista de referencias se ajustará a las siguientes normas:

Libros, tesis y otras monografías:

. Albert, F. 1900. Las dunas del centro de Chile. Santiago: Imprenta Cervantes, 228 p.

Artículos o capítulos de libros

. Castro, C. 2012. Federico Albert y las dunas en Chile. En: Las dunas del centro de Chile (Albert, F). Santiago: Cámara Chilena de la Construcción, pp. 9-24.

Artículos de revistas

. Vidal, A. 2010. Evaluación de la evidencia arqueobotánica durante el período formativo en el norte grande de Chile. Revista Werken (12): 61-76.

. Stehberg, R. y Sotomayor, G. 2012. Mapocho Incaico. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (61): 85-159.

Recursos procedentes de Internet

. Cita bibliográfica correspondiente. Disponible en < dirección internet> [Consulta: mes, año].

Deseamos Canje con publicaciones similares
Exchange with similar publications is desired
On prie de bien vouloir établir l´echange
Wit bitten um Austauch mit aehnlinche Fachzeitschriften